

Маъруза 1 таркиби: Кириш. Фаннинг мақсади, асосий тушунчалари ва фаннинг ривожланиши. Электрон қурилмаларнинг пасив компонентлари. Қаршиликлар, конденсаторлар, индуктив ғалтаклар, трансформаторлар

Режа:

1. Электроника ривожланишининг тарихи
2. Сигналлар классификацияси синфлари
3. Қаршиликлар
4. Электрон қурилмаларнинг турланиши
5. Резисторлар
6. Конденсаторлар

Калит сўзлар: Ривожланиш, электроника, даврлар, сигналлар, классификация, аналогли, узликсиз, дискрет ва рақамли сигналлар, резистор, Номинал сочилувчи кувват, Қаршиликнинг температура коэффициенти, ғалтак, трансформатор, электрон қурилма, аналогли, рақамли, элемент.

Ҳозирги замон фани ва техникасининг тараққиётини асосини электроника тарққиёти ташкил қилади. Ҳозирги даврда ишлаб чиқаришнинг бирор бир соҳасини электроникасиз тасавур қилиш жуда қийин. Бу ҳол ҳозирги замон электроника ишлаб чиқаришнинг ривожланишига олиб келди ва ишлаб чиқариладиган маҳсулотлар жуда арзон, мустаҳкам ва технологик жihatдан жуда қулай бўлганлиги сабаблидир.

Ҳозирги даврда ишлаб чиқариладиган маҳсулотлар функционал қсимлари шу қадар умумийлаштирилганки агар бирор ўлчов асбоби ёки керакли қурилма тайёрламоқчи бўлсангиз керакли интеграл микросхемаларни танлаб ўзаро мутаносиблигини танлашни ўзи кифоя қилади холос.

Элемент базасининг ташкил топишига қараб ҳозирги замон электроникасини тараққиётини тўрт асосий даврга бўлиш мумкин:

Биринчи давр (1904-1950 йиллар) – элемент базасининг Электрон лампалар, электрон - вакуумли трубкалар ва газоразряд индикаторларидан ташкил топканлиги билан характерлидир.

Иккинчи давр (1950 - 60 йиллар) элемент базасининг ярим ўтказгичли приборлардан (диодлар, транзисторлар, тиристорлар) ташкил топканлиги билан характерлидир.

Учинчи давр (1960 - 80 йиллар) ҳар хил мураккабликдаги интеграл микросхемаларнинг пайдо бўлиши ва уларнинг элемент базасининг ярим ўтказгичли приборлардан (диодлар, транзисторлар, тиристорлар) ташкил топканлиги билан характерлидир.

Тўртинчи давр (1980 йилдан) микроэлектрониканинг жуда катта темпларда ривожланиши, катта ҳажмдаги интеграл микросхемаларнинг

пайдо бўлиши, ва уларнинг кичик ҳажмли, ўта тежамкорлиги билан характерланади.

Элемент асосининг компонентлари, уларнинг параметрлари ва компьютер авлодлари орасидаги боғланишни жадвал орқали тасаввур этиш мумкин (1.1-жадвал)

1.1-жадвал

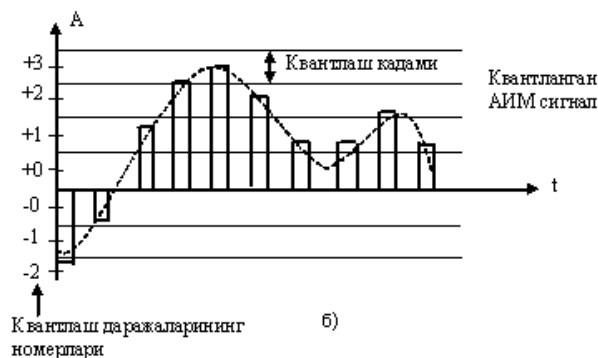
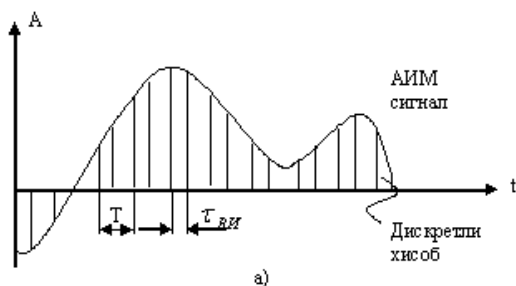
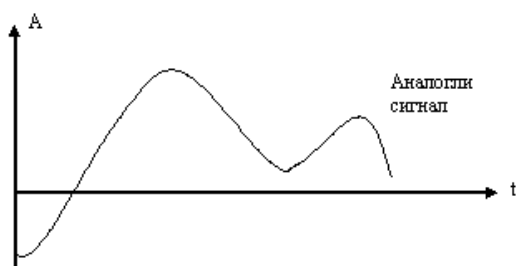
Аломат, параметр	Авлодлар				
	I (1946-1955 й.й.)	II (1955-1965 й.й.)	III (1965-1970 й.й.)	IV (1970-1980 й.й.)	V (1980 йилдан)
Асосий компонентлар	Электро- механик реле, электрон лампарлар	Яримўтказ гич асбоблар (диодлар, транзистор лар)	Интеграл схемалар – (ИС)	Катта интеграл схемалар (БИС)	Ўта катта интеграл схемалар (СБИС)
Асосий компонентлар нинг тезкорлиги (кечиктириши)	1 мс	1 мкс	10 нс	1 нс	< 1 нс
Компонентлар нинг жойлашиш зичлиги [1/см ³]	0,1	2-3	10-20	1000	> 10000

XX асрнинг 80-йилларида ягона асосга жойлаштирилган юз ва ундан кўпроқ микроэлементлардан тузилган интеграл микросхемаларнинг ихтиро қилиниши фан ва тараққиётида ҳақиқий инқилобий ҳодиса бўлди. Интеграл схемаларнинг юқори ишончлилиги, тезкорлиги, кичик массалиги, кам энергия талаб этиши ва кичик ҳажмда бир неча миллионгача элементларни жойлаштириш имконияти уларни барча замонавий техник ускуналарда қўллаш учун шароит яратди.

Юқорида кўрсатилган даврларни ўрганиб чиқиб уларнинг ўзаро узвий боғлиқлиги юқори давр ўзидан қуйи даврга асос бўлиши ва замонавий электроника тараққиётининг асосини ташкил қилади...

Ўзатилаётган маълумотлар ўзгаришини ифодаловчи информатив катталиклар эса **сигнал** деб юритилади. Ўз навбатида тараққиёт давомида қабул қилинаётган ва ишлов берилаётган сигналларга бўлган талаб ҳам ўзгариб борди ва бу сигналларни маълум классификацияларини пайдо бўлишига олиб келди.

Автоматик бошқарув тизимларида информатив параметр сифатида



кўпроқ жараённинг энергетик параметрлари (ҳарорат, босим, кучланиш, ток кучи, қаршилик ва ҳ.к) иштирок этади. Чунки айнан энергетик параметрлар маълумотни қайта ишлаш, таққослаш ва бошқа турдаги сигналларга ўзгариш борасида анча қулай. Кўринишига кўра сигналларнинг **аналогли, узликсиз, дискрет ва рақамли** турлари мавжуд.

Аналогли сигналлар деб, бирор бир узликсиз диапазонда ҳар қандай қийматга эга бўлиши мумкин бўлган сигналларга айтилади.

Узликсиз сигналлар деганда объект параметрига мутаносиб ўзгариб, унинг жорий ҳолати тўғрисида ахборот бериб боровчи сигналлар тушунилади.

Узликли(дискрет) сигнал турида кириш параметри

ўзгаришининг бирор қийматида чиқиш параметри маълум бир чегаравий қийматга эришиб сакрашсимон ўзгаради.

Рақамли сигналлар маълумотнинг узликсиз ўзгарувчан параметрларини бирор бир рақамли қурилма ёрдамида ўзатилаётган импульслар ёки рақамлар кетма-кетлигида ифода этилган шаклидир.

Ахборотларни қабул қилиш, ўзатиш, қайта ишлаш, таққослаш жараёнларида ва улардан қулай формада фойдаланиш мақсадларида аналогли сигналларни рақамлига ва аксинча, узликсиз сигналларни дискрет

сигналларга ва аксинча, шунингдек сигналларни турли йўналишларда тақсимлаш зарурати туғилганда махсус ўзгартгич қурилмалар қўлланилади.

Аналоги электрон қурилмалар узликсиз диапазонда ҳар қандай қийматга эга бўлиши мумкин бўлган сигналларни қабул қилиш ва уларга ишлов беришга мўлжалланган. Аналогли қурилмалар ўзларининг соддалиги билан ажралиб туради, лекин улар ташқи таъсирга жуда тез берилувчан ҳисобланади (температура ўзгариши, намлик ва ҳ.).

Рақамли электрон қурилмалар сигналларни маълум бир қонуният асосида кодлашга, импульсларнинг аниқ қонуният билан ўзгариш кетма-кетликларини таъминлашга мўлжалланган. Рақамли электрон қурилмаларнинг кенг тарқалишининг асосий сабаби уларнинг ўта ишончлилиги, ташқи таъсирга жуда чидамлилиги, маълумотларни узоқ вақт сақлашга мўлжалланганлиги ва ҳозирги замон интеграл микросхемалар билан мутаносиблигидадир.

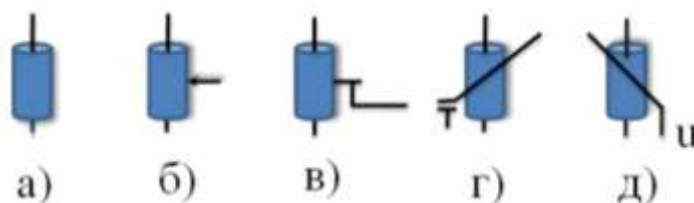
Сигналларга рақамли ишлов бериш асослари Сигналларга рақамли ишлов беришдан мақсад турли ўзгартиришлар орқали уларни самарадорлик билан узатиш, сақлаш ва ахборотни ажратиб олишдан иборатдир. Кейинги вақтларда кенг ривожланган сигналларга рақамли ишлов бериш усуллари бир қатор афзалликларга эга:

- ✓ умуман олганда сигналларга ишлов беришнинг ҳар қандай мураккаб алгоритмларини амалга ошириш мумкинлиги ва ушбу сигналларга ишлов бериш алгоритмларини реал вақтда амалга ошириш имкониятини берувчи элементлар базаси борлиги;
- ✓ рақамли қурилмалар юқори аниқликда ишлаш имкониятини берувчи алгоритмларнинг яратилганлиги ва мавжудлиги;
- ✓ назарий жиҳатдан узатилаётган хабарларни ҳалақитбардош кодлардан фойдаланиб узатиш ва сақлаш натижасида хатосиз қайта тиклаш имкониятининг борлиги.

Юқоридаги афзалликларни амалга ошириш дискрет сигналлар ва элементар занжирлар ҳақидаги асосий маълумотларга эга бўлиш даражасига боғлиқ.

Қаршиликлар

Резисторларнинг ишлаши материаллардан ўтаётган электр токига қаршилик қилиш хусусиятига асосланган. Резисторлар вазифасига кўра умумий, прецизион, юқори частотали, юқори мегаомли, юқори вольтли ва махсус, ишлатилиш хусусиятларига кўра эса, температура ва намликка бардошли, вибрацияга ва зарбга чидамли, юқори даражада ишончли бўлиши мумкин. Резисторлар қаршиликнинг ўзгариш характериغا кўра ўзгармас ёки ўзгарувчан, шу жумладан, созланувчи бўлади (1.1–расм).



1.1 –расм. Резисторларнинг электр схемаларда шартли белгиланиши: ўзгармас (а), ўзгарувчан (б), созланувчи (в), темистор (г) ва варистор (д).

Ўзгармас резисторлар радиоэлектрон аппарат (РЭА)ларни йиғишда, сошлашда ва ишлатишда ўз қаршилигини ўзгартирмайди, ўзгарувчи ва созланувчи қаршиликли резисторларда эса мос равишда махсус мослама (бурама ёки червякли ўққа маҳкамланган контакт сурилгич)лари бўлади. Интеграл микросхемалар резисторларини яшашда унинг геометрик ўлчамларининг кичиклиги сабабли мўлжалланган қаршиликни олиш имконияти бўлмайди. Шунинг учун механик усуллар билан ёки лазер нури ёрдамида геометрик ўлчамларини қисқартириб, резистор қаршилиги талаб этилган номиналга келтирилади.

Қаршиликларнинг асосий параметрлари

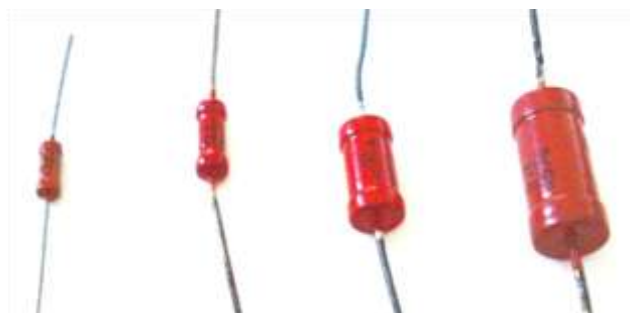
Номинал қаршилик ($R_{НОМ}$) ва унинг йўл қўйилган оғиши ($\pm \partial R$). Резисторлар қаршилиги (Ом) умумий ҳолда қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$R = \rho l / S$$

бу ерда: ρ ва S – ток ўтказувчи элементнинг солиштирма электр қаршилиги (Ом·мм²/м) ва кўндаланг кесим юзаси (мм²); l – ток ўтиш йўлининг узунлиги (м).

Резисторнинг номинал қаршилиги ундаги тамғада кўрсатилади. Кўп мақсадларга мўлжалланган резисторлар учун номинал қаршиликларнинг 6 қатори мавжуд: E6, E12, E24, E48, E96 ва E192. Бундаги рақам шу қаршилиги ва номиналининг йўл қўйилган оғишига боғлиқ. Прецизион резисторлар қаршилигининг йўл қўйилган оғиши $\pm 2\%$ дан кам, умумий ишларга мўлжалланган резисторларники $\pm 5\%$; $\pm 10\%$; $\pm 20\%$, ўзгарувчан резисторларники $\pm 30\%$ гача бўлади.

Номинал сочилувчи қувват ($P_{НОМ}$). Бу катталик резисторнинг ўз параметрларини белгиланган чегараларда сақланган ҳолда муайян ишлатиш шароитида узлуксиз электр юкламада узоқ вақт сочиб туриши мумкин бўлган максимал қувватни билдиради.



1.2 –расм. Умумий мақсадларда қўлланиладиган ўзгармас резисторлар.

$P_{\text{ном}}$ (Вт) қийматлари 0,01; 0,025; 0,05; 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2; 5; 8; 10; 16; 25; 50; 75; 100; 160; 250; 500 қаторидан танланади. Одатда, номинал сочилиш қуввати қанча катта бўлса, резисторлар ўлчами ҳам шунча катта бўлади. Чегаравий иш кучланиши ($U_{\text{чег}}$). Резисторнинг чиқиш симларига қўйилган электр параметрларини бузмайдиган максимал йўл қўйилган кучланиш чегаравий иш кучланиши дейилади. Бу катталик, одатда, нормал иш шароити учун берилган бўлиб, резистор узунлиги, спиралсимон кесим қадами, атроф – муҳит температураси ва босимига боғлиқ. Температура қанчалик юқори ва атмосфера босими қанчалик паст бўлса, резисторнинг иссиқдан ёки электрдан бузилиш ва ишдан чиқиш эҳтимоли шунча ката бўлади.

Қаршиликнинг температура коэффиценти (ҚТК). Бу параметр резистор қаршилигининг атроф – муҳит температураси 1°C га ўзгаргандаги нисбий ўзгаришини кўрсатади ва $1/^{\circ}\text{C}$ ларда ифодаланади:

$$\text{ҚТК} = \Delta R / (R_0 \Delta t)$$

бу ерда: ΔR – резистор қаршилиги (Ом) нинг ($^{\circ}\text{C}$) температура диапазоида абсолют ўзгариши; R_0 – резисторнинг нормал температурадаги қаршилиги (Ом); t – резисторнинг чегаравий ишлатиш температураси ($^{\circ}\text{C}$).

Ўзгарувчан резисторлар. Радиоэшиттириш ва телевизион аппаратларда овоз баландлигини, тембрни, равшанликни, контрастликни, қаторлар ва кадрлар частотасини, телевизион тасвир ўлчамларини ростлагич сифатида ва бошқа мақсадларда умумий ишларга мўлжалланган ўзгарувчан резисторлардан фойдаланилади. Бундан ташқари бу резисторлар ишлаб чиқариш, тиббиёт ва бошқа махсус аппаратларда ўтаётган ток ёки олинадиган кучланишга боғлиқ бўлган параметрларни ростлаш учун хизмат қилади. Барча ҳолларда улар аппаратларни ишлатишда зарур бўлган ростлагич элементлар ролини бажарганлиги сабабли, улардан фойдаланишда қулай бўлишлик, қаршиликнинг у ёки бу қонун (чизиқли, логарифмик, экспоненциал) бўйича бир текис ўзгариши, ишончли бўлиши ва тузатиш ишларида тез алмаштириладиган бўлиши талаб этилади. Умумий ишларга мўлжалланган ростловчи ўзгарувчан резисторлардан ташқари, кўплаб ишлаб чиқарилган радиоаппаратларни созлаш ва ростлаш учун мосланувчи кичик ўлчамли резисторлар қўлланилади. Бу резисторлар, одатда, радиоаппарат қобиғининг ичига ўрнатилади ва индуктивлик созланиб ва ростлангандан сўнг резисторлар ўқларининг ҳолати нитроэмал ёрдамида белгилаб (чеклаб) қўйилади. Шу йўл билан механик ва бошқа таъсирлар остида қаршилик ўзгаришининг олди олинади.

Симли резисторлар. Симли резисторлар температурага нисбатан юқори барқарорликка ва термочидамлиликка эга. Бу резисторларнинг асосий камчилиги – қаршиликлари диапазоининг чекланганлиги (бир неча юз кОм ларгача) ва баҳоси нисбатан юқорилигидир.

Композицион симсиз ўзгарувчан резисторлар. Бу резисторлар ўзига хос тузилишга эга. Бироқ яқка ёки қўшалок конструкция, узгичли ва экранли ёки уларсиз, чиқиш учлари радиал ёки аксиал, бикр ёки эгиловчан, ўқи яқка ёки қўшалок, ўқи қотириб қўйгичли ёки қўйгичсиз каби қўшимча белгиларнинг *хилма* – хиллиги бу резисторларнинг шакли ўлчамлари ва массасига кўра хилма – хил бўлган кўп сондаги турларининг мавжудлигига сабаб бўлди (1.3–расм).



1.3-расм. Умумий мақсадларда қўлланиладиган ўзгарувчан симсиз резисторлар.

Прецизион резисторлар Юқори аниқлик ($\pm 0,05 \div 5\%$) ва барқарорликка ($KTK \approx 10^{-4} \cdot 1/0C$) эга бўлган резисторлар прецизион резисторлар ҳисобланади. Уларнинг номинал қаршилиги 1 Ом \div 1 МОм, чегаравий ишчи кучланиши бир неча юз вольтдан ортиқ эмас, номинал сочилиш қуввати диапазони 0,05 \div 2 Вт, частота диапазони – бир неча мегагерцларгача, ишлаш муддатининг охиридаги қаршилик ўзгариши – бир неча фоиздир. Прецизион резисторлар аниқ ўлчов аппаратурасида ва махсус ишга мўлжалланган аппаратуранинг занжирларида, шунингдек, қаршилик магазинларининг элементлари сифатида, бўлгичлар ва юқори аниқликдаги шунтлар занжирларида ҳамда турли датчиклар ва схемалар юкламаси сифатида ишлатилади.



1.4-расм. Умумий мақсадларда қўлланиладиган прецизион резисторлар.

Интеграл микросхема резисторлари Яримўтказгичли интеграл схемаларнинг барча элементлари (транзисторлар, диодлар, резисторлар ва конденсаторлар) кремний, арсенид галлийнинг *p-n* ўтишлари базасида эпитаксия ва диффузия усули билан яратилади. Яримўтказгичли схемалар резисторлари база соҳасида ҳосил қилинади ва уларнинг қаршилиги соҳа қаршилиги билан белгиланади ва 25 Ом дан бир неча килоомларгача бўлган

оралиқда бўлади. Резисторларнинг технологик аниқлиги $\pm 30\%$ дан ошмайди, $КТК=10^{-3} \cdot 1/^\circ\text{C}$.

Қалин пардали микросхема резисторларини литография усули – керамик асос (22ХС керамикаси) сиртига махсус трафарет орқали суртиш ва уларни куйдириш (қизиган керамика усули) йўли билан олинади.

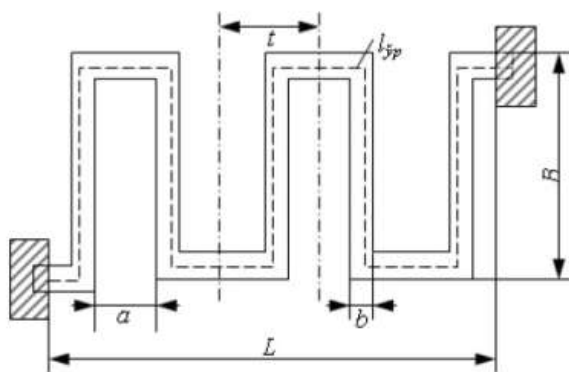
Махсус ишларга мўлжалланган юпқа пардали микросхемалар микроэлектрон техникада кенг қўлланилмоқда. Улар асосида йирик гибрид интеграл схемалар яратилмоқда. Бунинг сабаби шундаки, юпқа пардали технология элементларнинг номинал қиймати чегараларини кенгайтиришга ва янада юқори аниқликка, барқарорликка ва ишончлиликка эришишга имкон беради.

Резисторларнинг конфигурацияси маскаларнинг резистив қатлами топологияси (жойлаштирилиши ва ўлчамлари) орқали белгиланади. Ток ўтказувчи моддалар маскадаги “дарча” орқали пуркалади. Бунда вакуумда термик буғлантиришдан ёки катод чанглатишдан фойдаланилади. Чанглатиш жараёни махсус вакуум қурилмаларида ўтказилади.

Маскалар металлдан қилинган ва фоторезистив бўлиши мумкин. Фоторезистив маскалар ажратиш қобилияти микрометрларни ташкил этадиган фотолитография усули билан олинади. Бироқ технологик ва аниқлик нуқтаи назаридан маскадаги “дарча”нинг минимал йўл қўйилган эни $50 \div 100$ мкм қилиб олинади. Резисторларга пуркаш учун МЛТ–3М қотишмаси, тантал, керметлар ва силицидлардан фойдаланилади.

Пуркаладиган материалнинг асосий параметри – унинг сирт квадратининг қаршилиги $\rho_{\text{с}} = \rho_v / d$ ҳисобланади. Бу ерда: ρ_v – солиштирма ҳажмий қаршилик ($\text{Ом} \cdot \text{см}^3$), d – пуркаб ўтказиладиган парда қалинлиги (см). Юпқа пардали резисторларни ҳисоблашда $КТК$ ва солиштирма сочилиш қуввати P_0 ҳам муҳим параметр ҳисобланади.

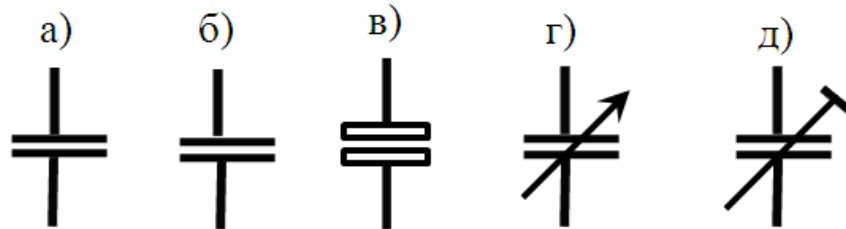
Юпқа пардали резисторлар тасма ёки меандр шаклида (1.7–расм) бўлиши мумкин ва яримўтказгичларга нисбатан қатор афзалликларга эга: улар барқарорроқ ($\pm 10^{-4} \cdot 1/^\circ\text{C}$), жуда аниқ ишлайди ($\pm 5\%$ гача) ва номинал қаршилик диапазони 100 кОм гача бўлиб, одатда, $50 \text{ Ом} \div 50 \text{ кОм}$ оралиқда чегараланган.



1.5-расм. "Меандр" туридаги юпқа пардали резистор геометрияси: $l_{\text{ўрт}}$ ва b - резисторнинг ўртача узунлиги ва кенглиги; t , a , L ва B - меандрнинг қадами, звенолари орасидаги масофа, узунлиги ва кенглиги.

КОНДЕНСАТОРЛАР

Конденсаторларнинг ишлаш принципи қопламаларига потенциаллар фарқи берилганда уларда электр заряд тўпланиш хусусиятига асосланади. Вазифасига кўра конденсаторлар контурли, блокировка қилувчи, ажратуви, филтрли, термокомпенсацияловчи ва созловчи; сиғимининг ўзгариши характерига қараб эса, ўзгармас, ўзгарувчан ва ярим ўзгарувчан бўлади (1.6– расм).



1.6-расм. Конденсаторларнинг электр схемаларда шартли белгиланиши: узгармас (а), кутли(б). кутбсиз (в), узгарувчан (г) ва созловчи (д).

Диэлектрик материалга кўра конденсаторлар уч турга бўлинади: газсимон, суюқ ва қаттиқ диэлектрикли. Биринчи турга ўзгарувчан ва ярим ўзгарувчан ҳаво конденсаторлари ва газ тўлдирилган ўзгармас конденсаторлар, иккинчи турга эса, радиоаппаратурада чекланган ҳолда ишлатилувчи мой тўлдирилган ва синтетик суюқликли конденсаторлар киради.

Конденсаторлар диэлектрикларининг материали уларнинг электрик, конструктив ва технологик кўрсаткичлари юқори бўлишлигини таъминлаши керак (номинал сиғимларининг кенг диапазони, шунингдек частота ва температура жиҳатдан қўлланиш соҳалари, электрга чидамлик, массаси ва ўлчами кичик бўлиши, юқори ишончлилиги, тайёрлашда автоматлаштириш имконияти ва оммавий ишлаб чиқаришда нархининг паст бўлиши). Слюдали, шишали ва шиша–керамик конденсаторлар ишончсизроқ ва уларни тайёрлашни автоматлаштириш деярли мумкин эмас, қоғозли ва металл– қоғозлилари пардалига қараганда пастроқ частотали бўлиб, ўлчами ва массаси электролитик ва оксид–яримўтказгиччиликка қараганда катта. Шунинг учун ҳозирги замон ишлаб чиқаришида, асосан, керамик пардали, электролитик ва оксид–яримўтказгичли конденсаторлар тайёрланади.

Конденсаторларнинг асосий параметрлари

Барча турдаги конденсаторларнинг асосий параметрлари – *номинал сиғим, аниқлик синфи, сиғимнинг температура коэффициенти, номинал ишчи кучланиш, изоляция қаршилиги, частота характеристикалари*, ўзгарувчан ва ярим ўзгарувчан конденсаторлар учун эса, бундан ташқари сиғимнинг айланиш бурчагига кўра ўзгариш қонуни ва унинг диапазонидан иборат.

Конденсаторнинг сиғими (С) умумий ҳолда қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$C=Q*U$$

бу ерда: Q – қопламаларда йиғилган электр заряди (Кл); U – қопламалардаги кучланиш (В).

Конденсаторларнинг кўпчилик гуруҳини *асосий аниқлик даражаси* учун номинал сизимлар қатори мавжуд: I синф ($\pm 5\%$) – E24 қатори; II синф ($\pm 10\%$) – E12 қатори; III синф ($\pm 20\%$) – E6 қатори (харфдан кейинги рақам сизим қийматлари градацияси (зичлиги) сонини кўрсатади. Бу қийматлар 10^n га кўпайтирилиши мумкин, бу ерда n – бутун мусбат ёки манфий сон.

Электролитик конденсаторларнинг номинал сизимлари 0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 30; 50; 100; 200; 300; 500; 1000; 2000; 5000 қаторидан танланади. Тўғри бурчакли қоғозлардаги қоғоз ва юпка пардали диэлектрикли конденсаторларнинг номинал сизими (0,1 мкФ ва ундан юқори) куйидаги қийматлар қаторига эга: 0,1; 0,25; 0,5; 1; 2; 4; 6; 8; 10; 20; 40; 60; 80; 200; 400; 600; 800; 1000.

Блокировка қилувчи ва ажратувчи конденсаторларни, одатда, I ва II синфлар бўйича контурга оидларини – 1,0 ($\pm 2\%$), 0,5 ($\pm 1\%$) ва ҳатто юқори даража ($\pm 0,5\%$) бўйича танланади, филтровчилари эса $-50 \div +80\%$ бўлган параметр таркоқлигига эга.



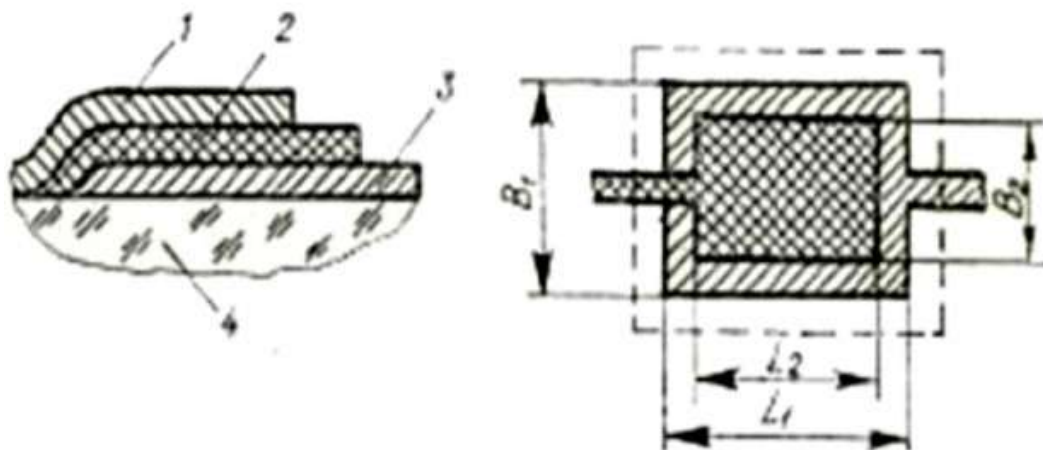
1.7-расм. қоғозли, металл- қоғозли ва юпка пардали конденсаторлар.

Ярим ўзгарувчан конденсаторлар Яримўзгарувчан конденсаторлар радиоқурилма частотасини ишлатиш жараёнида мослаш ёки ишлаб чиқаришда созлашга мўлжалланган. Бу конденсаторларнинг сизими қайд этилган ҳолатда ўзгармаслиги керак. Яримўзгарувчан конденсаторларнинг тузилиши 1.8–расмда келтирилган.



1.8-расм. Ярим узгарувчан (созланувчан) конденсаторлар.

Интеграл микросхемалар конденсаторлари Яримўтказгичли ИМС монокристаллида конденсаторлар ҳосил қилиш учун *p-n* ўтишлар сиғимидан фойдаланилади. Аммо бундай конденсаторлар сиғимлари чекланган диапазонга ($20 \div 200$ пФ), паст температура барқарорликка ($10^{-3} 1/^\circ\text{C}$) ва параметрларнинг технологик тарқоқлигига ($\pm 30\%$) эга. ИМСларнинг юпқа пардали конденсатори (2.6-расм) бундан юқорироқ хоссаларга эга: сиғимлари диапазони $1 \div 10000$ пФ бўлган ораликда ётади, температура барқарорлиги $\pm 2 \cdot 10^{-4} 1/^\circ\text{C}$ ни ташкил этади, параметрларнинг технологик тарқоқлиги $\pm 10\%$ га тенг. Бундай конденсаторлар диэлектрик кўринишдаги уч қатламли структурадан ва унга пуркаш йўли билан кичик омли металл қопланган иккита юпқа пардали қопламадан иборат.

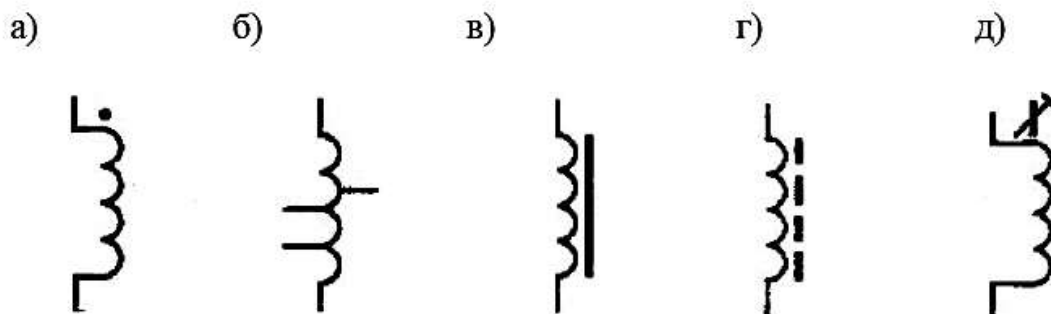


1.9-расм. Юпқа пардали конденсаторлар: 1,3-юқори ва пастки қопламалар; 2-диэлектрик; 4-асос.

ИНДУКТИВЛИК ҒАЛТАКЛАРИ

Таснифи ва конструкциялари

Радиотехник аппаратуранинг юқори частотали қисмлари ва занжирларида қўлланилиш соҳаси ва тузилиши турлича бўлган индуктивлик ғалтаклари қўлланилади (1.9–расм). Қаршилиқ ва конденсаторлардан фарқли равишда улар саноатда кенг кўламда ишлаб чиқарилмайди.



1.9-расм. Индуктивлик ғалтакларининг электр схемаларда шартли белгиланиши: дроссель (а), тармоқланган дроссель (б), магнит ўзакли (в), феррит ўзакли (г) ва созловчи ўзакли ғалтак (д)

Индуктивлик ғалтакларининг асосий параметрлари

Юқори частотали ғалтакнинг индуктивлиги, асиллиги, хусусий сиғими ва индуктивликнинг температура коэффиценти унинг сон ва сифат кўрсаткичлари бўлиб ҳисобланади.

Ғалтак индуктивлиги – асосан унинг ўлчамлари, шакли ва ўрамлар сонига боғлиқ бўлади. Ғалтак ўлчамлари қанча катта ва ундаги ўрамлар сони қанча кўп бўлса, индуктивлик шунча катта бўлади. Бундан ташқари, ғалтак индуктивлигига унга киритилаётган ўзак ва уни экранга жойлаштириш катта роль ўйнайди. Радиотехник аппаратурада индуктивлиги микрогенридан ўнлаб миллигенригача бўлган юқори частота ғалтаклари қўлланилади.

Ўзгарувчан ток занжирларида ишлаётган ғалтакнинг иш сифатини – **асиллик** (QL) билан ифодалаш қабул қилинган. Радиоаппаратураларда одатда ўртача асилликка эга бўлган ($40 \div 200$ тартибдаги) ғалтаклар қўлланилади. Юқори асилликка эга бўлган ғалтаклар (300 дан юқори) фақат махсус ҳолатлардагина (масалан, ўткир резонанс характеристикага эга бўлган контур ва филтрларда) қўлланилади. Ғалтак ўрамлари ва қатламлари сиғим ҳосил қилади. Бу сиғимни ғалтакка параллель уланган конденсатор деб қараш мумкин. Ғалтакнинг бу **хусусий сиғими** унинг сифат кўрсаткичларини ёмонлаштиради (асиллик ва барқарорлик камаяди, тебранма контурдаги частота диапазонини эгаллаш коэффицентини камайтиради, дроссель сифатида ишлатилаётган ғалтак таъсирини ёмонлаштиради). Шу сабабли ғалтаклар лойиҳалаштирилаётганда унинг ўлчамларини кичрайтиришга ҳаракат қилинади.

Ғалтакнинг хусусий сиғими кўп ҳолларда унинг ўлчамлари ва ўраш усулига боғлиқ бўлади. Бир қадам оралиқда ўралган бир қатламли ғалтаклар ($1 \div 3$ пф) ва универсал ўрамли кўпқатламли ғалтаклар ($5 \div 30$ пф)

кичик сиғимга эгадирлар. Ўрамларни алоҳида секцияларга ажратиш йўли билан ҳам хусусий сиғимни камайтириш мумкин. Атроф–муҳит температураси ўзгарса ғалтак ўлчамлари ҳам ўзгаради, натижада унинг индуктивлиги ҳам ўзгаради. Температура 1 0С га ўзгарганда индуктивликнинг нисбий ўзгариши **индуктивликнинг температура коэффиценти (ИТК)** дейилади. ИТКни камайтириш учун махсус чоралар кўрилади.

Тебранма контурларда ИТК таъсирини камайтириш мақсадида контур ғалтагига сиғими манфий температура коэффиценти эга бўлган термокомпенсацияловчи конденсатор уланади. Ғалтакнинг номинал индуктивлиги у қўлланилаётган тўлқинлар диапазони эга боғлиқ. УҚТ ғалтаклари учун индуктивлик микрогенрининг ўндан – юздан бир улушларига, ҚТ ва ЎТ ғалтаклари учун – бир ва юзлаб микрогенри, УТ ғалтаклари учун эса – бирлик генриларни ташкил этади.

Қандайдир занжирларда юқори частота токини камайтиришга мўлжалланган дроссел индуктивлиги ўнлаб микрогенрини ташкил этади. Чексиз узун соленоид (ғалтак) ёки тороид ғалтак индуктивлиги (мкГн) қуйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$L = \pi 2D^2N^2 \cdot 10^{-3} / l$$

бу ерда: D – каркас диаметри (см); l – ўрам узунлиги (см); N – ўрамлар сони. Амалда ғалтак ўрамининг диаметри ва узунлиги бир – бирига яқин бўлади, натижада уларнинг магнит майдони тўла берк бўлмайди ва магнит энергиянинг бир қисми фазога тарқалади. Буни ҳисобга олиш учун келтирилган формулага сочилиш коэффиценти киритилади. Индуктивлик учун рухсат этилган четланишлар ғалтак қандай ишга мўлжалланганлигига боғлиқ. Масалан, контур ғалтакнинг индуктивлик учун рухсат этилган четланишлари $\pm(0,2 \div 0,5)\%$ ни, боғланиш ғалтаги ва юқори частота дросселлини $\pm(10 \div 15)\%$ ни ташкил этади. Контур ғалтакларини тайёрлашда қўшимча чоралар кўрмасдан туриб, бундай аниқликка эришиш мумкин эмас. Айтайлик, яхлит бир қатламли ғалтак диаметри 5 мм бўлсин. Шунингдек, маълумки, индуктивликдаги хатолик ғалтакнинг геометрик ўлчами ва ўрамлар сонининг хатоликлари билан қуйидагича боғланган:

$$\Delta L / L = 2\Delta D / D + 2\Delta N / N - \Delta / l$$



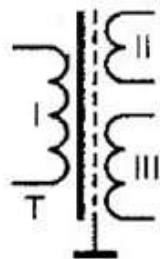
1.10
-
расм
.
Инд
укти
влнк
ғалт

аклари турлари.

ТРАНСФОРМАТОРЛАР ВА ДРОССЕЛЛАР

Таснифи ва асосий параметрлари Паст частотали трансформаторлар ва дросселлар берк магнит ўтказгичларга ўралган индуктив ғалтаклардан иборат.

Трансформаторлар вазифасига кўра қувват, мослаштирувчи ва импульс трансформаторларига, магнит ўтказгичнинг турига қараб конструктив ва технологияси жиҳатидан зихрли, стерженли, тороидал ва ғалтаксимон трансформаторларга бўлинади (5.1–расм).



1.11–расм. Трансформаторнинг электр схемаларда шартли белгиланиши.

Трансформаторларнинг асосий параметрлари – биринчи чўлғам индуктивлиги $L1$, у паст частоталар соҳасида узатиш коэффицентини белгилайди; сочилиш индуктивлиги LS , у юқори частоталар соҳасида узатиш коэффицентини белгилайди, чўлғамнинг хусусий сиғими CB , у юқори частоталар соҳасидаги частота бузилишларига, айниқса кучланиш импульси фронтларига таъсир кўрсатувчи сиғим; чўлғамнинг актив қаршилиги r ; ФИК; трансформация коэффиценти $n = \omega_2 / \omega_1$, у узатиш коэффицентини белгилайди; бу ерда: ω_1 ва ω_2 бирламчи ва иккиламчи чўлғамдаги ўрамлар сони.



1.12–расм. Трансформаторнинг кўринишлари.

Трансформаторлар юқори сифатли ишлашлари учун, ҳар доим кичик $L1$, $C0$, катта бўлмаган r ва “кўпи билан” деб чекланган $L1$ қийматли бўлиш мақсадга мувофиқдир. Трансформация коэффиценти бирга тенг бўлиши, ундан катта ёки кичик бўлиши мумкин; кўп чўлғамли трансформаторлар бир нечта трансформация коэффицентига эга бўла олади. Дросселлар кўпроқ ток манбалари филтрларида, ундан ташқари паст частотали филтрларда ва танлама занжирларда, шунингдек стабилизаторлар (тўйиниш дросселлари)да ва ростагичлар (бошқарувчи дросселлар)да ишлатилади. Конструкцияси ва қатор электр параметрларига кўра дросселлар трансформаторларга ўхшашдир. Бир чўлғамли паст частота ғалтак дроссел бўлса, кўп чўлғамли ғалтаклар трансформаторлардир.

Назорат саволлари

1. *Электрониканинг ривожланишининг асосий даврларини санаб ўтинг?*
2. *Сигналларнинг турли классификацияларининг пайдо бўлиш сабаблари?*

3. *Электрон қурилмаларнинг пассив элементлари нималардан иборат?*
4. *Электрон қурилмаларнинг актив элементларига нималар киради?*
5. *Қаршиликларнинг схема тuzилиши ва ишлаш принциплари?*
6. *Аналогли электрон қурилмалар деб нимага айтилади?*
7. *Рақамли электрон қурилмалар деб нимага айтилади?*
8. *Резисторларнинг таъфини айтиб беринг ва уларнинг одатдаги тuzилишларини тушунтиринг.*
9. *Резисторлар қандай асосий хусусиятлар ва параметрлар билан характерланади?*
10. *Конденсаторлар қандай асосий параметрлар билан характерланади?*
11. *Ўзгарувчан сизимли конденсаторларнинг вазифаси ва тuzилиш элементларини тушунтириб беринг*
12. *Яримўзгарувчан ва махсус конденсаторларнинг қандай турларини биласиз?*
13. *Интеграл микросхемаларнинг конденсаторларини тайёрлаш учун қандай материаллар ишлатилади?*
14. *Индуктивлик галтакларнинг асосий параметрлари?*
15. *Трансформаторлар ва дросселларнинг асосий параметрлари?*

Маъруза 2 таркиби: Электрон қурилмаларнинг актив компонентлари. Ярим ўтказгичли диодлар, биполяр транзисторлар, майдон транзисторлар, тиристорлар.

Режа :

1. Ўтказувчанлик, ўтказгичлар ва яримўтказгичлар
2. Ярим ўтказгич диодлар
3. Стабилитронлар
4. Биопляр транзисторлар
5. Майдоний (униполяр) транзисторлар
6. Динисторлар ва тиристорлар

Калит сўзлар: Электроника, қурилмалар, ўтказгичлар, қаттиқ жисм, зона кенглиги, заряд, ВАХ

Замонавий электроника қурилмалари ярим ўтказгичли материаллардан тайёрланади. Ярим ўтказгичлар кристалл, аморф ва суюқ бўлади. Ярим ўтказгичли техникада асосан кристалл ярим ўтказгичлар (10^{10} асосий модда таркибида бир атомдан ортиқ бўлмаган киритма монокристаллари) қўлланилади. Одатда ярим ўтказгичларга солиштирма электр ўтказувчанлиги с металлар ва диэлектриклар оралиғида бўлган ярим ўтказгичлар киради (уларнинг номи ҳам шундан келиб чиқади). Хона температурасида уларнинг солиштирма электр ўтказувчанлиги 10^{-8} дан 10^5 гача См/м (метрга Сименс)ни ташкил этади. Металларда $\sigma=10^6-10^8$ См/м, диэлектрикларда эса $\sigma=10^{-8}-10^{-13}$



2.1- расм.

См/м. Ярим ўтказгичларнинг асосий хусусияти шундаки, температура ортган сари уларнинг солиштирма электр ўтказувчанлиги ҳам ортиб боради, металларда эса камаяди. Ярим ўтказгичларнинг электр ўтказувчанлиги ёруғлик билан нурлантириш ва ҳатто жуда кичик киритма

миқдорига боғлиқ. Ярим ўтказгичларнинг хоссалари **қаттиқ жисм зона назарияси** билан тушунтирилади.

2.1- расмда диэлектрик, ярим ўтказгич ва металл ўтказгичларнинг (0^0 К температурада) энергетик диаграммалари фарқи келтирилган.

Тақиқланган зона кенглиги барча диэлектрикларда турлича бўлиб, 8 эВ гача етиши мумкин.

Ярим ўтказгичлар - бу ташқи энергетик таъсирлар натижасида тақиқланган зона кенглигини енгиб ўтиш хусусиятига эга бўлган, нисбатан тор тақиқланган зона кенглигига эга бўлган моддалар.

Зона назарияси нуқтаи назаридан материалларни диэлектрик ва ярим ўтказгичларга ажратиш фақат шартли равишда. Чунки бу назария ҳеч қандай физик хусусиятлар билан асосланмайди, улардаги фарқ таъқиқланган зона кенглигида бўлиб, ярим ўтказгич деб ҳисобланадиган каттиқ жисмларда 3 эВ дан ошмайди.

Ўтказгичлар(металлар) - бу электронлар билан тўлган зонаси эркин энергетик сатҳ зонасига ёпишган ёки кирган материаллардир. Бунинг натижасида улардаги эркин бўлиб ўтказгичга берилган кучсиз кучланиш таъсирида ҳам тўлган зона сатҳидан эркин зонанинг тўлмаган сатҳларига ўтиш мумкин.

Диэлектриклар шундай жисмларки, уларда таъқиқланган зона кенглиги шунчалик каттаки электрон электр ўтиши кузатилмайди. узунлигида электр оладиган энергияси 10⁻⁸ - 10⁴ эВ бўлади. Ярим ўтказгич ва диэлектрикларда энергия кўзғатилган бўлиб, таъқиқланган зонани йенгиб ўтиш учун ташқаридан энергия сарфлаш талаб қилинади.

Электроникада кенг қўлланиладиган ярим ўтказгичларнинг таъқиқланган зона кенгликлари ΔW_t (эВ) қуйидагига тенг: германий учун - 0,67, кремний учун - 1,12 ва галлий арсениди учун - 1,38.

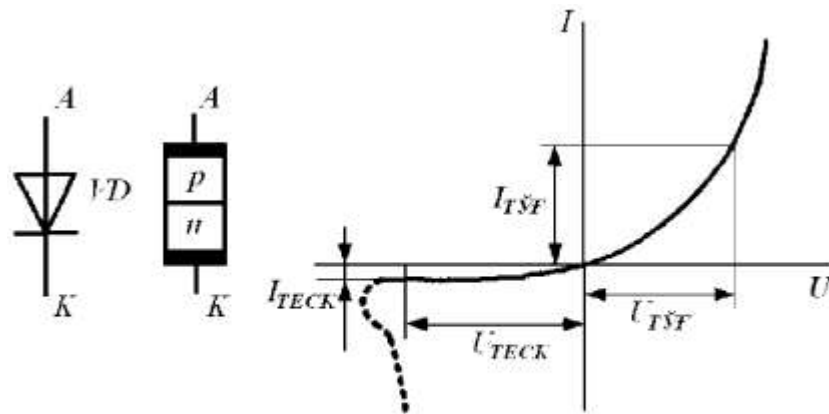
Юқоридаги рухсат этилган зона **ўтказувчанлик зонаси** деб аталади, яъни мос энергияга эга бўлган электронлар, ташқи электр майдони таъсирида ярим ўтказгич ҳажмида ҳаракатланишлари мумкин. Бунда улар электр ўтказувчанлик юзага келтирадилар. Ўтказувчанлик зонасидаги бирор энергияга мос келадиган электронлар **ўтказувчанлик электронлари** ёки **эркин заряд ташувчилар** деб аталадилар. Қуйидаги рухсат этилган зона **валент зона** деб аталади.

Абсолют ноль температурада (0 К) ярим ўтказгичнинг валент зонасидаги барча сатҳлар электронлар билан тўлган, ўтказувчанлик зонасидаги сатҳлар эса электронлардан холи бўлади.

ЯРИМ ЎТКАЗГИЧ ДИОДЛАР

Яримўтказгич диод деб бир (ёки бир неча) p-n электр ўтишларга эга икки электродли электрон асбобга айтилади. Диодлар радиоэлектрон қурилмаларда ишлатилиши ва бажарадиган вазифасига мувофиқ таснифланадилар.

Барча яримўтказгич диодларни икки гуруҳга ажратиш мумкин: тўғриловчи ва махсус вазифаларни бажарувчи. **Тўғриловчи диодлар** ўзгарувчан токни ўзгармас токка ўзгартириш учун қўлланади. Тўғриланувчи ток шакли ва частотасига боғлиқ ҳолда улар паст частотали, юқори частотали ва импульс диодларга ажратилади. **Махсус вазифаларни бажарувчи диодларда p-n** ўтишларнинг турли электрофизик хусусиятларидан, масалан, тешилиш ходисаларидан, фотоэлектрик ходисалардан, манфий қаршиликка эга соҳалари мавжудлигидан ва бошқалардан фойдаланилади. Махсус вазифаларни бажарувчи диодлар, хусусан, ўзгармас кучланишни барқарорлаш, оптик нурланишни қайд этиш, электр схемаларда сигналларни шакллантириш ва бошқа вазифаларни амалга ошириш учун қўлланилади.



2.2-расм. Яримўтказгич диоднинг шартли белгиланиши (а), тузилмаси кўриниши (б) ва статик ВАХи (в).

Яримўтказгич диодларнинг электр схемаларда шартли белгиланиши 2,2 а - расмда, унинг тузилмаси кўриниши б - расмда келтирилган. Расмларда диоднинг чиқишлари А ва К кўрсатилган бўлиб, улар диоднинг электродлари деб аталади. Диоднинг p - томонига уланган электрод анод деб, n - томонига улангани эса - катод деб аталади. Диоднинг статик ВАХи 2,2 - расмда келтирилган.

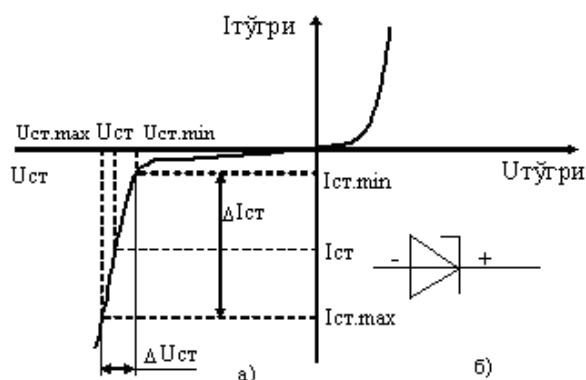
Яримўтказгич диоднинг тўғри ва тескари йўналишларидаги қаршиликлари бир - биридан кескин фарқ қилади: тўғри йўналишда силжитилган диоднинг қаршилиги қиймати кичик, тескари силжитилган диодники эса - катта бўлади. Шу сабабдан диод бир томонга электр токини яхши ўтказди, иккинчи томонга эса - ёмон ўтказди.

Стабилитронлар

Стабилитрон - ярим ўтказгичли диод бўлиб, унинг ишлаш принципи p - n ўтишга тескари кучланиш берилганда электр тешилиш соҳасида токнинг кескин ортиши кучланишнинг унча катта бўлмаган ўзгаришига олиб келишига асосланган. Стабилитроннинг шартли белгиси 2.3.б –расмда келтирилган. Стабилитрон схемаларда кучланишни барқарорлаш учун ишлатилади.

Стабилитроннинг асосий параметри бўлиб, токнинг $I_{СТ.min}$ дан $I_{СТ.max}$ гача кенг ўзгариш оралиғида барқарорлаш кучланиши $U_{СТ}$ ҳисобланади (2.3 а-расм).

Стабилитрон ВАХ сидаги ишчи соҳа электр тешилиш соҳасида жойлашади. Барқарорлаш кучланиши диод базасидаги киритма концентрацияси билан аниқланадиган p - n ўтишга боғлиқ. Агар юқори концентрацияга эга бўлган ярим ўтказгич қўлланилса, у ҳолда p - n ўтиш тор бўлади ва туннель тешилиш кузатилади. $U_{СТ}$ ишчи кучланиши 3-4 В дан



ошмайди.

Юқори вольтли стабилитронлар кенг $p-n$ ўтишга эга бўлиши керак, шунинг учун улар кучсиз легирланган кремний асосида ясаладилар. Уларда кўчкисимон тешилиш содир бўлади, барқарорлаш кучланиши эса 7 В дан ортмайди. U_{CT} 3 дан 7 В гача бўлган ораликда тешилишнинг иккала механизми ишлайди. Саноатда барқарорлаш кучланиши 3 дан 400 В гача бўлган стабилитронлар ишлаб чиқарилади.

Стабилитроннинг электр тешилиш соҳасидаги дифференциал қаршилиги r_D барқарорлаш даражасини характерлайди. Бу қаршилик қиймати диоддаги кичик кучланиш ўзгариши қийматининг диод токи ўзгаришига нисбати билан аниқланади (3.1 а- расм). r_D қиймати қанча кичик бўлса, барқарорлаш шунча яхши бўлади.

$$r_D = \frac{\Delta U_{CT}}{\Delta I_{CT}}$$

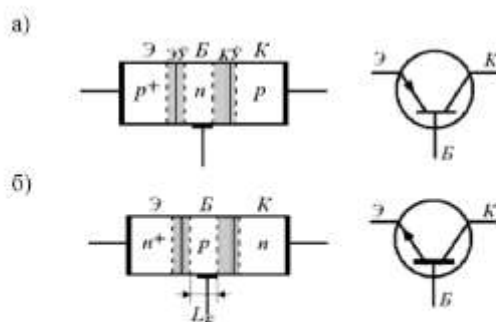
Стабилитроннинг асосий параметри бўлиб барқарорлаш кучланишининг температура коэффиценти (КТК) ҳисобланади. КТК – бу температура бир градусга ўзгарганда барқарорлаш кучланишининг нисбий ўзгариши. Кўчкисимон тешилиш кузатиладиган кичик вольтли стабилитронлар одатда мусбат КТКга эга. КТК қиймати одатда 0,2 -0,4 % /град дан ошмайди.

БИПОЛЯР ТРАНЗИСТОРЛАР

Биполяр транзистор (БТ) деб ўзаро таъсирлашувчи иккита $p-n$ ўтишдан ташкил топган ва сигналларни ток, кучланиш ёки қувват бўйича кучайтирувчи уч электродли яримўтказгич асбобга айтилади. БТда ток ҳосил бўлишида икки хил (биполяр) заряд ташувчилар - электронлар ва коваклар иштирок этади.

БТ $p-$ ва $n-$ ўтказувчанлик тури такрорланувчи учта (эмиттер, база ва коллектор) яримўтказгич соҳага эга (а ёки б - расмлар).

Яримўтказгич соҳаларни белгилашда асосий заряд ташувчилар концентрацияси юқори бўлган соҳа $p+$ ёки $n+$ белгиси қўйилиши билан бошқа соҳалардан фарқланиши қабул қилинган.



$p-n-p$ (а) ва $n-p-n$ (б) турли БТ лар тузилмаси ва уларнинг схемада шартли белгиланиши.

Транзисторнинг соҳалари ичида энг юқори концентрацияга эга бўлган чекка соҳа (n^+ - соҳа) n^+ - p - n ёки (p^+ - соҳа) p^+ - n - p турли транзисторларда **эмиттер (Э)** деб аталади. Эмиттернинг вазифаси транзисторнинг **база (Б)** соҳаси деб аталувчи ўрта (p - ёки n - турли) соҳасига заряд ташувчиларни инъекциялашдан иборат. Транзистор тузилмасининг бошқа чеккасида жойлашган n - соҳа (n^+ - p - n) ёки p - соҳа (p^+ - n - p) **коллектор (К)** деб аталади. Унинг вазифаси база соҳасидаги ноасосий заряд ташувчиларни экстракциялашдан иборат. Эмиттер билан база орасидаги p - n ўтиш **эмиттер ўтиши (ЭЎ)**, коллектор билан база орасидаги p - n эса ўтиш **коллектор ўтиши (КЎ)** деб аталади.

БТни бешта асосий иш режими мавжуд.

Агар ташқи кучланиш манбалари ($U_{ЭБ}U_{КБ}$) ёрдамида ЭЎ тўғри йўналишда, КЎ эса тескари йўналишда силжитилса, у ҳолда БТ **актив (нормал)** режимда ишлайди. Бу режим аналог схемотехникада кенг қўлланилади.

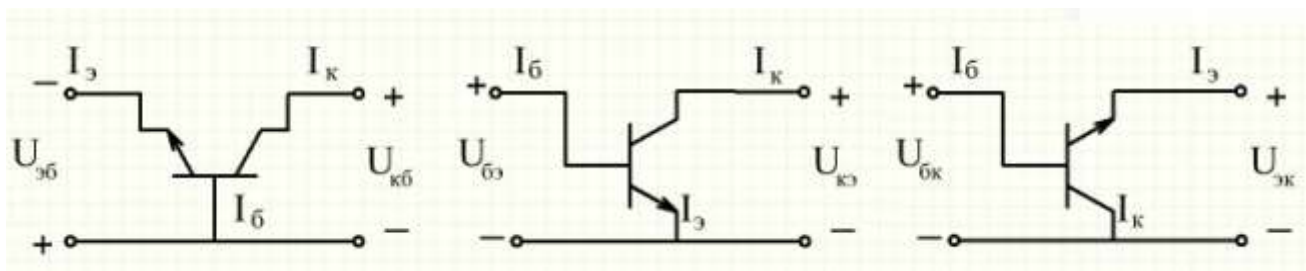
Агар ЭЎ тескари йўналишда, КЎ эса тўғри йўналишда силжитилган бўлса, БТ **инверс (тескари)** режимда ишлайди.

Агар эмиттер ва коллектор ўтишлар тўғри силжитилган бўлса, БТ **тўйиниш**, тескари силжитилган бўлса - **берк** режимда ишлайди. Бу режимлар рақамли схемотехникада кенг қўлланилади. ЭЎ тўғри силжитилганда КЎда ЭЮК ҳосил бўлса, БТ **инжекция - вольтмик** режимда ишлайди.

БТнинг яна бир режими бўлиб, у тескари силжитилган КЎга юқори кучланишлар ёки температура таъсир этганда юзага келади. Бу режим **тешилиш** режими деб аталади. Кўчкили транзисторлар электр тешилиш ҳисобига ишлайди.

Транзистор схемага уланаётганда чиқишларидан бири кириш ва чиқиш занжири учун умумий қилиб уланади, шу сабабли қуйидаги уланиш схемалари мавжуд: умумий база (УБ) а-расм; умумий эмиттер (УЭ) б-расм; умумий коллектор (УК) в- расм. Бу вақтда умумий чиқиш потенциали нольга тенг деб олинади. Кучланиш манбаи қутблари ва транзистор тоқларининг йўналиши

транзисторнинг актив режимига мос келади. УБ уланиш схемаси қатор камчиликларга эга бўлиб, жуда кам ишлатилади.



а)

б)

в)

Биполяр транзисторни асосий параметрлари:

Кириш қаршилиги: [Ом] .

Чиқиш қаршилиги: [Ом]

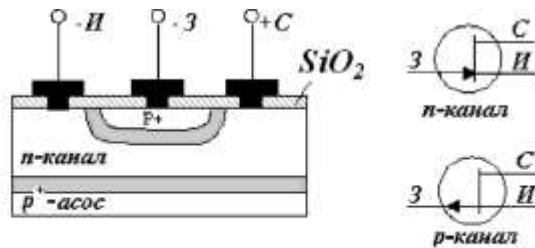
Ток бўйича кучайтириш коэффициенти

Кучланиш бўйича кучайтириш оэффиценти:

Қувват бўйича кучайтириш коэффиценти: $K_p = K_I \cdot K_u$

МАЙДОНИЙ (УНИПОЛЯР) ТРАНЗИСТОРЛАР

Электрод токлари асосий заряд ташувчиларнинг кристалл ҳажмидаги электр майдон таъсирида дрейф ҳаракатланишига асосланган уч электродли, кучланиш билан бошқариладиган яримўтказгич асбоб *майдоний транзистор* (МТ) дейлади. МТларда ток ҳосил бўлишида фақат бир турли-асосий заряд ташувчилар (электронлар ёки коваклар) қатнашгани сабабли улар баъзан

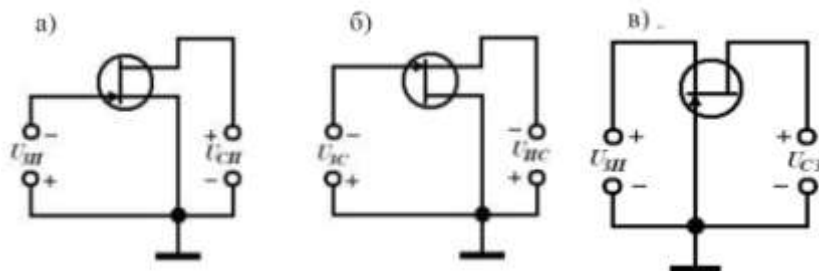


ч – каналли МТ тузилмасининг кўндаланг кесими (а) ва унинг шартли белгиланиши (б).

униполяр транзисторлар деб аталади. МТларда, БТлардаги каби тезкорликка таъсир этувчи инжекция ва экстракция натижасида ноасосий заряд ташувчиларнинг тўпланиш жараёнлари мавжуд эмас.

p-n ўтиш билан бошқарилувчи *n* - каналли МТ тузилмасининг кўндаланг кесими ва унинг шартли белгиланиши юқоридаги расмда келтирилган.

n-турдаги соҳа *канал* деб аталади. Каналга заряд ташувчилар киритиладиган контакт *исток* (*И*); заряд ташувчилар чиқиб кетадиган контакт *сток* (*С*) деб аталади. *Затвор* (*З*) бошқарувчи электрод ҳисобланади. Затвор ва исток оралиғига кучланиш берилганда юзага келадиган электр майдони канал ўтказувчанлигини, натижада каналдан оқиб ўтаётган токни ўзгартиради. Затвор сифатида каналга нисбатан ўтказувчанлиги тескари турдаги соҳа қўлланилади. Ишчи режимда у тескари уланган бўлиб канал



билан *p - n* ўтиш ҳосил қилади.

Каналнинг кўндаланг кесими нольга тенг бўладиган вақтдаги затвор кучланиши *беркилиш кучланиши* $U_{зи.берк}$ деб аталади ва бу вақтда транзистор истоки стокдан узилиб қолади, яъни *берк режимда* ишлайди.

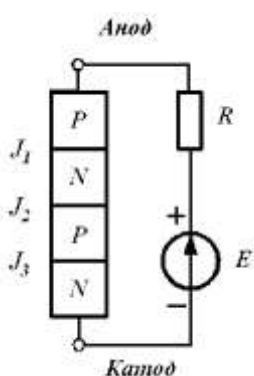
$|U_{зи}| + U_{дс}$ тўй кучланиш беркилиш кучланишига $U_{зи.берк}$ га тенг

бўладиган вақтдаги сток кучланиши *тўйиниш кучланиши* $U_{дс.тўй}$ деб аталади.

Бу ердан $U_{си.тўй} = |U_{зи.берк}| - |U_{зи}|$ $U_{СИ} \leq U_{си.тўй}$ вақтдаги транзисторнинг ишчи режими **текис ўзгариш** режими, $U_{СИ} \geq U_{си.тўй}$ вақтдаги транзисторнинг ишчи режими эса **тўйиниш** режими деб аталади. Тўйиниш режимида $U_{СИ}$ кучланиш қийматининг ортишига қарамай I_C токининг ортиши деярли тўхтайтиди. Бу ҳолат бир вақтнинг ўзида затвордаги $U_{зи}$ кучланишининг ҳам ортиши билан тушунтирилади. Бу вақтда канал тораяди ва I_C токини камайишига олиб келади. Натижада I_C дрейфрли ўзгармайди.

МТда электродлар учта бўлгани сабабли, уч хил уланиш схемалари мавжуд: **умумий исток (УИ)**, **умумий сток (УС)** ва **умумий затвор (УЗ)**. Бунда МТ электродларидан бири схеманинг кириш ва чиқиш занжирлари учун умумий, унинг ўзгарувчан ток (сигнал) бўйича потенциали эса нолга тенг қилиб олинади. Асосий уланиш схемаси бўлиб УИ уланиш хизмат қилади.

ДИНИСТОРЛАР ВА ТИРИСТОРЛАР



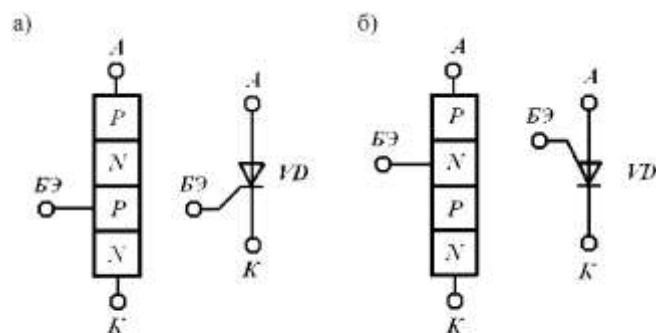
ВАХида манфий дифференциал қаршилик мавжуд бўлган, уч ва ундан ортиқ $p-n$ ўтишларга эга кўп қатламли яримўтказгич асбоб **тиристор** деб аталади.

Тиристор ишлаганда иккита мувозанат ҳолатда бўлиши мумкин. Берк ҳолатда тиристор катта қаршиликка эга ва ундан кичик ток оқади. Очиқ ҳолатда тиристор қаршилиги кичик ва ундан катта ток оқади. Шундан яримўтказгич асбобнинг номи (тира - эшик) қўйилган. Тиристорлар радиолокацияда, радиоалоқа қурилмаларида, автоматикада манфий ўтказувчанликка эга яримўтказгич асбоб сифатида ҳамда ток бошқарувчи калитлар, энергия ўзгартгичларнинг бўсағавий элементлари сифатида ёки бошланғич ҳолатда энергия истеъмол қилмайдиган асбоб - триггерлар сифатида кенг ишлатилади.

Тиристорлар чиқишлари сонига қараб диодли (**динистор**), триодли (**тринистор**) ва **тетродли тиристорларга** бўлинади ва тўрт қатламли $p-n-p-n$ тузилмадан мос равишда чиқарилган икки, уч ва тўрт чиқишга эга бўлади. Тузилма чеккасидаги p - қатлам **анод** (А), n - қатлам эса **катод** (К) деб номланади. Анод ва катод орасидаги n - ва p - соҳалар **база** деб аталади, уларга ўрнатилган электродлар эса **бошқарувчи электродлар** деб аталади. Диодли ва триодли тиристорлар токни фақат бир томонлама ўтказишади. Бу ўз навбатида, тиристорларнинг ўзгарувчан токни бошқариш имкониятини чеклайди. Ўзгарувчан ток занжирларида икки томонлама калит сифатида **симистор** (симметрик тиристор) ишлатилади. Симистор **триак** деб ҳам аталади. Симистор $p-n-p-n-p$ тузилмага ва бир ёки икки бошқарувчи электродга эга.

Учта $p-n$ ўтишга эга диодга ўхшаш икки электродли асбоб **динистор** деб аталади. Унинг тузилмаси а - расмда, шартли белгиланиши эса б - расмда келтирилган. Динисторнинг учта $p-n$ ўтиши J_1 , J_2 ва J_3 деб белгиланган.

Тиристор динисторга ўхшаш тузилмага эга бўлиб, база соҳаларидан бири бошқарувчи бўлади. Агар базалардан бирига бошқарувчи ток берилса, мос транзисторнинг узатиш коэффициенти ортади ва тиристор уланади.



Катод (а) ва анод (б) орқали бошқарилувчи тиристор тузилмаси ва шартли белгиланиши.

Бошқарувчи электрод (БЭ) жойлашган соҳасига мос равишда тиристорлар катод билан ва анод билан бошқарувчиларга ажратилади. БЭ ларнинг жойлашиши ва тиристорларнинг шартли белгиланиши юқоридаги расмда келтирилган.

Назорат саволлар

1. Ўтказувчанлик зонаси деб нимага айтилади?
2. Ўтказгичлар, ярим ўтказгичлар, диэлектриклар ҳақида маълумот беринг.
3. Яримўтказгич диод деб нимага айтилади?
4. Тўгриловчи диодлар деб нимага айтилади?
5. Стабилитронлардан нима мақсадда фойдаланилади?
6. Биполяр транзистор деб нимага айтилади?
7. Биполяр транзисторларнинг бешта асосий иш режимларини деганда нимани тушинасиз?
8. Биполяр транзисторларнинг асосий уланиш схемаларини айтиб беринг?
9. Майдоний транзистор деб нимага айтилади?
10. Униполяр транзисторлар деб нимага айтилади?
11. Майдоний транзисторларнинг асосий уланиш схемаларини айтиб беринг?
12. Динисторлар ва тиристорлар деб нимага айтилади?
13. Диод, стабилитрон ва транзистор, динисторлар ва тиристорларнинг шартли белгиларини келтиринг.

Маъруза 3 таркиби: Интеграл микросхемалар ва улар ҳақида умумий маълумотлар.

Режа:

1. Интеграл микросхема.
2. Пардали ва гибрид микросхемалар.
3. Ярим ўтазгичли ИМСлар
4. Интеграл микросхемаларнинг пассив ва актив элементлари.

Калит сўзлар: Интеграл микросхема. Конструктив ва технологик. Ярим ўтказгичли, пардали ва гибридли. Элемент. ИМС компонентаси. Ярим ўтказгичли ва диэлектрик. Пардали ва гибрид микросхемалар. аналог интеграл микросхемалар. рақамли интеграл схемалар.

Интеграл микросхемалар электр асбобларнинг сифат даражасидаги янги тури бўлиб электрон қурилмаларнинг асосий негиз элементи ҳисобланадилар.

Интеграл микросхема (ИМС) электр жиҳатдан ўзаро боғланган электр радиоматериаллар (транзисторлар, диодлар, резисторлар, конденсаторлар ва бошқалар) мажмуи бўлиб, ягона технологик циклда бажарилади, яъни бир ватқнинг ўзида ягона конструкция (асос)да маълум ахборотни қайта ишлаш функциясини бажаради.

ИМСларнинг асосий хоссаси шундаки, у мураккаб функцияларни бажариш билан бирга кучайтиргич, триггер, ҳисоблагич, хотира қурилмаси ва бошқа функцияларни ҳам бажаради. Худди шу функцияларни бажариш учун дискрет элементларда мос келувчи схемани йиғиш талаб қилинади.

ИМСлар учун икки асосий белги мавжуд: **конструктив** ва **технологик**. Конструктив белгиси шундаки, ИМСнинг барча элементлари асосий асос ичида ёки сиртида жойлашади, электр жиҳатдан бирлаштирилган ва ягона қобикга жойлаштирилган бўлиб, ягона ҳисобланади. ИМС элементларининг ҳаммаси ёки бир қисми ва элементлараро боғланишлар ягона технологик циклда бажарилади. Шу сабабли интеграл микросхемалар юқори ишончликка ва кичик таннархга эга.

Ҳозирги кунда ясашиш тури ва ҳосил бўладиган тузилмага кўра ИМСларнинг учта принципиал тури мавжуд: **ярим ўтказгичли, пардали** ва **гибрид**. Ҳар бир ИМС тури конструкцияси, микросхема таркибига кирадиган элемент ва компонентлар сонини ифодаловчи интеграция даражаси билан характерланади.

Элемент деб бирор электрорадиоэлемент (транзистор, диод, резистор, конденсатор ва бошқалар) функциясини амалга оширувчи ИМС қисмига айтилади ва у кристалл ёки асосдан ажралмаган конструкцияда ясалади.

ИМС компонентаси деб унинг дискрет элемент функциясини бажарадиган, лекин аввалига мустақил маҳсулот каби монтаж қилинадиган қисмига айтилади.

Асосий ИМС конструктив белгиларидан бири бўлиб **асос тури** ҳисобланади. Бу белгига кўра ИМСлар икки турга бўлинади: **ярим ўтказгичли** ва **диэлектрик**.

Асос сифатида ярим ўтказгичли материаллар орасида кремний ва галлий арсениди кенг қўлланилади. ИМСнинг барча элементлари ёки элементларнинг бир қисми ярим ўтказгичли монокристалл пластина кўринишида асос ичида жойлашади.

Диэлектрик асосли ИМСларда элементлар унинг сиртида жойлашади. Ярим ўтказгич асосли микросхемаларнинг асосий афзаллиги – элементларнинг жуда катта интеграция даражаси ҳисобланади, лекин унинг номинал параметрлари диапазони жуда чекланган бўлиб улар бир - биридан изоляцияланишни талаб қилади. Диэлектрик асосли микросхемаларнинг афзаллиги – элементларнинг жуда яхши изоляцияси, уларнинг хоссаларининг барқарорлиги, ҳамда элементлар тури ва электр параметрлари танловининг кенглиги.

Пардали ва гибрид микросхемалар

Пардали ИС – бу диэлектрик асос сиртига суртилган элементлари парда кўринишида бажарилган микросхема. Пардалар паст босимда турли материаллардан юпқа пардалар кўринишида чўкмалар ҳосил қилиш йўли билан олинади.

Парда ҳосил қилиш усули ва унга боғлиқ бўлган қалинлигига кўра **юпқа пардали ИС** (парда қалинлиги 1 – 2 мкмгача) ва **қалин пардали ИС** (парда қалинлиги 10 – 20 мкм гача ва катта) ларга бўлинади.

Ҳозирги кунда барқарор пардали диодлар ва транзисторлар мавжуд эмас, шу сабабли пардали ИСлар фақат пассив элементлар (резисторлар, конденсаторлар ва х.з.) дан ташкил топади.

Гибрид ИС (ёки ГИС) – бу пардали пассив элементлар билан дискрет актив элементлар комбинациясидан ташкил топган, ягона диэлектрик асосда жойлашган микросхема. Дискрет компонентларни осма элементлар деб аташади. Қобиксиз ёки микроминиатюр металл қобикли микросхемалар гибрид ИМСлар учун актив элементлар бўлиб ҳисобланадилар.

Гибрид интеграл микросхемаларнинг асосий афзаллиги: нисбатан қисқа ишлаб чиқиш вақтида аналог ва рақамли микросхемаларнинг кенг турларини яратиш имконияти; кенг номенткалутурага эга бўлган пассив элементлар ҳосил қилиш имконияти; МДЯ – асбоблар, диодли ва транзисторли матрицалар ва юқори яроқли микросхемалар чиқиши.

Ярим ўтазгичли ИМСлар

Транзисторнинг ишлатилиш турига кўра ярим ўтказгичли ИМСларни **биполяр** ва **МДЯ ИМС** ларга ажратиш қабул қилинган. Бундан ташқари, охири вақтларда бошқарилувчи ўтишли майдоний транзисторлар ясалган ИМСлардан фойдаланиш катта аҳамият касб этмоқда. Бу синфга галлий арсенидида ясалган ИМСлар, затвори Шоттки диоди кўринишида бажарилган майдоний транзисторлар киради. Ҳозирги кунда бир вақтнинг ўзида ҳам биполяр, ҳам майдоний транзисторлар қўлланилган ИМСлар яратиш тенденцияси белгиланмоқда.

Иккала синфга мансуб ярим ўтказгичли ИСлар технологияси ярим ўтказгич кристаллини галма – гал донор ва акцептор киритмалар билан легирлаш (киритиш)га асосланган. Натижада сирт остида турли ўтказувчанликка эга бўлган юпқа қатламлар, яъни $n-p-n$ ёки $p-n-p$ тузилмалари транзисторлар ҳосил бўлади. Бир транзисторнинг ўлчамлари эниги бир неча микрометрларни ташкил этади. Алоҳида элементларнинг изоляцияси ёки $p-n$ ўтиш ёрдамида, ёки диэлектрик парда ёрдамида амалга оширилиши мумкин. Транзисторли тузилма фақат транзисторларни эмас, балки бошқа элементлар (диодлар, резисторлар, конденсаторлар) яшашда ҳам қўлланилади.

Микроэлектроникада биполяр транзисторлардан ташқари кўп эмиттерли ва кўп коллекторли транзисторлар ҳам қўлланилади.

Кўп эмиттерли транзисторлар (КЭТ) умумий база қатлами билан бирлаштирилган бир коллектор ва бир неча (8-10 гача ва кўп) эмиттердан ташкил топган. Улар транзистор – транзисторли мантиқ (ТТМ) схемаларни яратишда қўлланилади.

Кўп коллекторли транзистор тузилмаси ҳам, КЭТ тузилмасига ўхшаш бўлади, лекин интеграл – инжекцион мантиқ (И²М) деб аталувчи инжекцион манбали мантиқий схемалар яшашда қўлланилади.

Диодлар. Диодлар битта $p-n$ ўтишга эга. Лекин биполяр транзисторли ИМСларда асосий тузилма сифатида транзистор танланган, шунинг учун диодлар транзисторнинг диод уланиши ёрдамида ҳосил қилинади. Бундай уланишларнинг бешта варианты мавжуд. Агар диод яшаш учун эмиттер – база ўтишдаги $p-n$ ўтиш қўлланилса, у ҳолда коллектор – база ўтишдаги $p-n$ ўтиш узик бўлиши керак.

Резисторлар. Биполяр транзисторли ИМСларда резистор ҳосил қилиш учун биполяр транзистор тузилмасининг бирор соҳаси: эмиттер, коллектор ёки база қўлланилади. Эмиттер соҳалари асосида кичик қаршиликка эга бўлган резисторлар ҳосил қилинади. База қатлами асосида бажарилган резисторларда анча катта қаршиликлар олинади.

Конденсаторлар. Биполяр транзисторли ИМСларда тескари йўналишда силжиган $p-n$ ўтишлар асосида ясалган конденсаторлар

қўлланилади. Конденсаторларнинг шаклланиши ягона технологик циклда транзистор ва резисторлар тайёрлаш билан бир вақтнинг ўзида амалга оширилади. Демак уларни ясаш учун қўшимча технологик амаллар талаб қилинмайди.

МДЯ – транзисторлар. ИМСларда асосан затвори изоляцияланган ва канали индукцияланган МДЯ–транзисторлар қўлланилади. Транзистор каналлари p - ва n - турли бўлиши мумкин. МДЯ–транзисторлар фақат транзисторлар сифатида эмас, балки конденсаторлар ва резисторлар сифатида ҳам қўлланилади, яъни барча схема функциялари биргина МДЯ – тузилмаларда амалга оширилади. Агар диэлектрик сифатида SiO_2 қўлланилса, у ҳолда бу транзисторлар МОЯ–транзисторлар деб аталади. МДЯ – тузилмаларни яратишда элементларни бир – биридан изоляция қилиш операцияси мавжуд эмас, чунки қўшни транзисторларнинг исток ва сток соҳалари бир–бирига йўналган томонда уланган p - n ўтишлар билан изоляцияланган. Шу сабабли МДЯ–транзисторлар бир–бирига жуда яқин жойлашиши мумкин, демак катта зичликни таъминлайди.

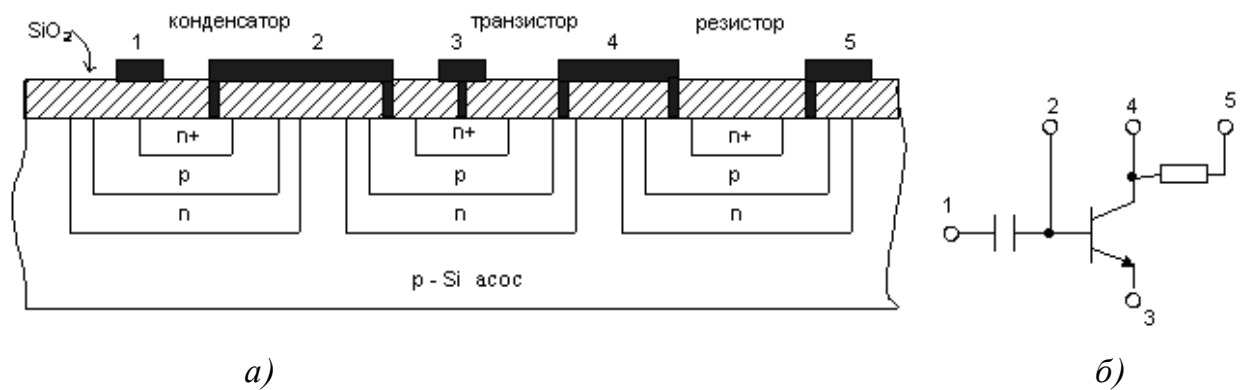
Биполяр ва МДЯ ИМСлар **планар** ёки **планар – эпитаксиал** технологияда ясалади.

Планар технологияда n - p - n транзистор тузилмасини ясашда p -турдаги ярим ўтказгичли пластинанинг алоҳида соҳаларига тешиклари мавжуд бўлган махсус маскалар орқали маҳаллий легирлаш амалга оширилади. Маска ролини пластина сиртини эгалловчи кремний икки оксиди SiO_2 ўйнайди. Бу пардада махсус усуллар (фотолитография) ёрдамида дарча деб аталувчи тешиklar шаклланади. Киритмалар ёки диффузия (юқори температурада уларнинг концентрация градиенти таъсирида киритма атомларини ярим ўтказгичли асосга киритиш), ёки ионли легирлаш ёрдамида амалга оширилади. Ионли легирлашда махсус манбалардан олинган киритма ионлари тезлашади ва электр майдонда фокусланадилар, асосга тушадилар ва ярим ўтказгичнинг сирт қатламига сингадилар.

Планар технологияда ясалган ярим ўтказгичли биполяр тузилмали ИМС намунаси ва унинг эквивалент электр схемаси 1 а, б - расмда келтирилган.

Диаметри 76 ммга ягона асосда бир варакайига усулда бир вақтнинг ўзида ҳар бири 10 тадан 2000 та элемент (транзисторлар, резисторлар, конденсаторлар)дан ташкил топган 5000 микросхема яратиш мумкин. Диаметри 120 мм бўлган пластинада ўнлаб миллионтагача элемент жойлаштириш мумкин.

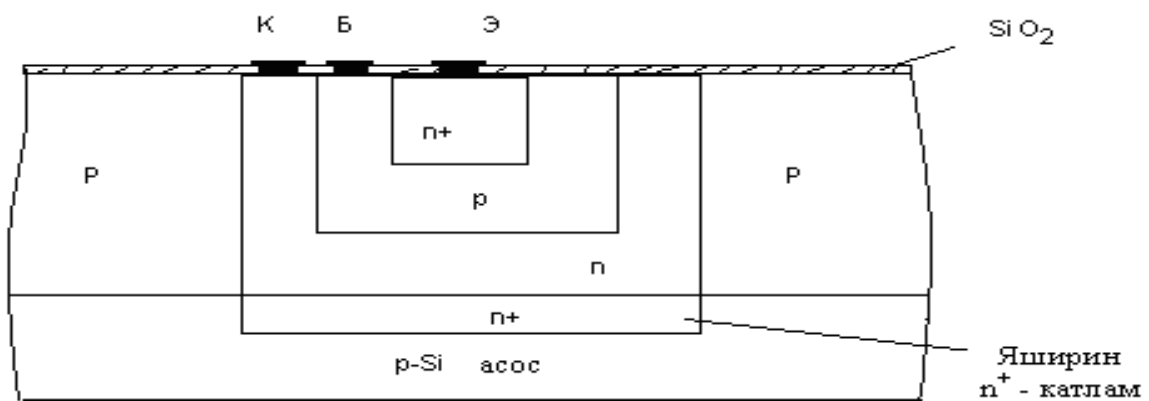
Замонавий ИМСлар қотишмали планар – эпитаксиал технологияда ясалади. Бу технология планар технологиядан шуниси билан фарқ қиладики, барча элементлар p -турдаги асосда ўстирилган n -турдаги кремний қатламида ҳосил қилинади. Эпитаксия деб кристалл тузилмаси асосниқидан бўлган қатлам ўстиришга айтилади.



1 – расм.

Планар – эпитаксиал технологияда ясалган транзисторлар анча тежамли, ҳамда планарлига нисбатан яхшиланган параметр ва характеристикаларга эга.

Бунинг учун асосга эпитаксиядан аввал n^+ - қатлам киритилади (2 - расм). Бу ҳолда транзистор орқали ток коллектордаги юқориомли резистордан эмас, балки кичикомли n^+ - қатлам орқали оқиб ўтади.



2 – расм.

Микросхема турли элементларини электр жиҳатдан бирлаштириш учун металлзациялаш қўлланилади. Металлизациялаш жараёнида олтин, кумуш, хром ёки алюминийдан юпқа металл пардалар ҳосил қилинади. Кремнийли ИМСларда металлзациялаш учун алюминийдан кенг фойдаланилади.

Схемотехник белгиларига кўра микросхемалар икки синфга бўлинади.

ИМС бажараётган асосий вазифа – электр сигнали (ток ёки кучланиш) ни кўринишида берилаётган ахборотни қайта ишлаш ҳисобланади. Электр сигналлари узлуксиз (аналог) ёки дискрет (рақамли) шаклда ифодаланиши мумкин.

Шу сабабли, аналог сигналларни қайта ишлайдиган микросхемалар – **аналог интеграл микросхемалар** (АИС), рақамли сигналларни қайта ишлайдиганлари эса – **рақамли интеграл схемалар** (РИС) деб аталади.

Рақамли схемалар асосида содда транзисторли калит (вентиль) схемалар ётади. Калитлар иккита турғун ҳолатни эгаллаши мумкин: узилган ва уланган. Содда калитлар асосида анча мураккаб схемалар ясалади:

мантикий, бибарқарор, триггерли (ишга тушурувчи), шифраторли, компораторлар ва бошқа, асосан ҳисоблаш техникасида қўлланиладиган. Улар рақамли шаклда ифодаланган ахборотни қабул қилиш, сақлаш, қайта ишлаш ва узатиш функциясини бажарадилар.

Интеграл микросхемаларнинг **мураккаблик даражаси компонент интеграция даражаси** катталиги билан ифодаланади. Бу катталик рақамли ИМСлар учун кристаллда жойлашиши мумкин бўлган мантикий венти́ллар сони билан белгиланади.

100 та дан кам венти́лга эга бўлган ИМСлар кичик интеграция даражасига эга бўлган ИМСларга киради. Ўрта даражали ИСлар 10^2 , катта ИСлар $10^2 \div 10^5$, ўта катта ИСлар $10^5 \div 10^7$ ва ультра катта ИСлар 10^7 даражадан ортиқ венти́ллардан ташкил топади. Бундай синфланиш тизими аналог микросхемалар учун ҳам қабул қилинган.

Назорат саволлари

1. *Интеграл микросхема (ИМС) нима ?*
2. *ИМС асосий хусусияти нимада ?*
3. *ИМС элементи ва компонентаси деб нимага айтилади ?*
4. *Пардали, гибрид ва ярим ўтказгичли ИМСларнинг бир – биридан фарқи нимада?*
5. *Нима сабабли транзисторли тузилма турли ИМС элементлари ясашда асосий ҳисобланади ?*
6. *Интеграл микросхема элементларини изоляцияси қандай амалга оширилади ?*
7. *Планар ва планар – эпитаксиал технологияда ясалган транзисторлар бир – биридан нимаси билан фарқ қилади ?*
8. *Рақамли ва аналог ИМСларнинг мураккаблик даражаси (интеграция даражаси) қандай аниқланади ?*
9. *Аналог ИМСларда қандай сигналлар қайта ишланади ? Рақамлидачи?*

Маъруза 4 таркиби: Яримўтказгичли ёруғлик датчиклар ва уларнинг ўлчов занжир.

Режа:

1. Моддаларни уларнинг электр ўтказувчанлиги
2. $P-n$ ўтишнинг вольт – ампер характеристикаси (ВАХ)
3. Температура коэффициентлари
4. Яримўтказгичли микрофонлар

Калит сўзлар : Ўтказгичлар, диэлектриклар, ярим ўтказгичлар, ток ташувчилар, температура коэффициентлари

Датчик (*сенсор*, от [англ. sensor](#)) — бошқариш системаларидаги бирламчи қурилма ҳисобланиб у –энергияни бир турдан бошқа турга ўтказувчи қурилма бўлиб, ўлчанадиган ҳар қандай катталиқни ишлашга маъқул кўринишга ўтказиб берувчи қурилмадир.

Датчик - ўзгартириш вақтида киришдаги энергетик ходисани ўз ичига олган энергетик ўзгартгич уланиш датчиклари дейилади. Турли соҳаларга тегишли сигналларни қайд этишдан ташқари бир соҳа бўйича сигналларни қайд этиш имкониятини яратиш лозим. Ушбу ҳолда ўзига ўхшаш энергетик ходиса чиқишдаги ходисани ўз ичига олган ахборотга эга бўлади. Қувватни ошириш ёки қайсидир кераксиз сигнални йўқотиш керак бўлади. Моддада содир бўладиган физик эффектларни турли соҳада фойдаланиш учун сигналларни акс эттириш **узатиш эффекти** дейилади. Бир соҳадаги содир бўлаётган эффектларни сигналларини акс этиши тўғри акс этиш дейилади. электр соҳа иссиқлик соҳа ўтиш эффектига Пельте эффектини, иссиқлик соҳадан энергетик соҳа ўтиш эффектини –Зеебек эффектини, магнит соҳадан электр соҳага ўтишга Холл эффектини мисол қилиш мумкин. Тўғри эффектга мисол қилиб электр соҳасида электр қаршилигини механик соҳада таранглиқни олиш мумкин.

Энергияни ўзгартиришга қараб датчиклар икки турга бўлинади

Актив

Пассив.

Қўшимча энергия манбаидан энергия олмай ишлайдиган датчиклар

пассив датчиклар дейилади. Чиқишдаги сигнални ўртача қуввати P_0

ўлчанаётган объект бераётган ўртача қувватни P_i бир қисмга тенг. Амалда энергияни ўзгартириши маълум йўқотишларга эга бўлади. Шу сабабли

$P_i = P_0 + P_c$: қисқа вақт мобайнида датчикда энергия тўпланиши мумкин. Шу сабабли юқоридаги муносабат узоқ вақт мобайнидаги иш учун ўринли ўлчанаётган объектни қувват билан юкланиши катта бўлмаслиги лозим яъни у кичик чиқиш қувватига эга бўлади пассив датчикни фойдали

$$\eta = \frac{P_0}{P} = \frac{P_i - P_l}{P_i} = 1 - \frac{P_l}{P_i}$$

иш коэффициентлари $\frac{P_l}{P_i}$ ўзгартириш жараёни ф.и.к унчалик ахамиятга эга эмас қачонки кирш қуввати катта. Барча механик вольтметр амперметр, ваттметрлар пассив датчиклар синфига киради. Уларда электр

энергияси ўлчов приборини ҳаракатланувчи системасидаги чиқилган пружинани потенциал энергияси шаклидаги механик энергияга айлантирилади.

Қўшимча энергия манбалари талаб қиладиган датчиклар актив датчиклар дейилади. Датчикни чиқиш қуввати P_0 тўлиқ қўшимча энергия манбаидан олинади ундан P_{ps} қувват олинади. Ўлчанаётган объектни бераётган қуввати нолга тенг. Датчикни чиқиш қувватини бошқариш учун жуда кичик қувват P_c зарур бўлади. Қўшимча (ёрдамчи) манбадан қувват узатиб юқори сезгирликка кучайтириш орқали эришиш мумкин. Кўпчилик ўлчов системаларида электр бўлмаган сигналларни электр кўринишидаги сигналига айлантиришдан фойдаланилади, чунки электр кўринишидаги сигналларни узатиш қайта ишлаш осон ҳисобланади. Биринчи тоифадаги датчиклар ўлчов системаси киришига ўрнатилади. Шу сабабли улар кириш ёки ўлчаш датчиклари дейилади.

Ҳисоблаш техникаси воситалари, одатда, электр сигналлари кўринишида бериладиган маълумотлар билан иш кўради. Лекин кўпчилик ҳолларда датчикнинг чиқишидан маълум характеристикали электрсигналлар ҳосил қилиниши керак. Шунинг учун, ноэлектрик катталиклар (**температура, босим, фазода вазиятни ўзгартиришва ҳоказо**) датчиклари, одатда, ноэлектрик катталикларни электр сигналига ўзгарткичлар билан таъминланган. Бу ўзгарткичлар (уларни баъзан иккиламчи асбоблар дейилади) тузилиш жиҳатдан, одатда, ўлчовчи (қайд этувчи) элемент билан биргаликда тайёрланади, «**датчик**» атамаси эса ўзгарткич билан биргаликдаги ўлчов элементини ифодалайди.

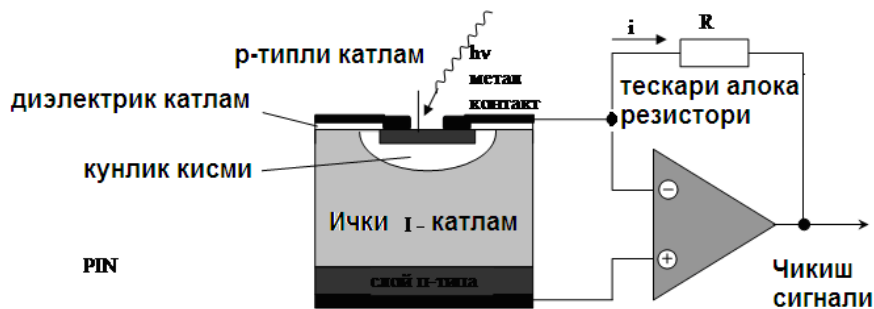
Ишлаш принципага кўра датчиклар контактли ва контактсиз турларга бўлинади. Контактли датчикнинг чиқишидаги сигнал контактларнинг масалан, электр реле контактларининг) механик туташуви ҳисобига электр занжирининг уланиши натижасида шаклланади. Контактсиз датчик чиқишидаги сигнал контактсиз элементнинг (масалан, транзисторнинг) қайта уланиши натижасид шаклланади. Ҳисоблаш техникаси воситалари контактсиз элементлардан қилингани учун ўзининг ишлаш принципи бўйича ҳам, электр сигналлари параметрлари бўйича ҳам тизимга осон мослашиб кетадиган контактсиз датчиклар афзалроқдир.

Шуни таъкидлаб ўтиш жоизки, контактли датчиклардан фақат бошқалари бўлмаганда ёки датчик билан тизим кириши ўртасида гальваник боғланиш йўқлигини таъминлаш талаб қилинган ҳоллардагина фойдаланиш мумкин (маълум бир сабабларга кўра). У ҳолда объектнинг чиқиш сигнали сифатида датчикнинг «соф» контактидан фойдаланилади.

Ёруғлик фотодиод қабул қилгичлар ва уларнинг ўлчов занжири.

Амалиётда ёруғлик қабул қилгичи сифатида кўп ҳолларда қатлам структурасига эга бўлган рiп-диодлари ишлатилади. Бу структурани асосий хусусияти ингичка ярим ўтказгич қатлами р и п – турлари юқори омли кремний қисми ажратилган бўлади. Ёруғлик нурларини рi- ўтишига тушганда етарлича энергия фототок I_{sh} (қисқа туташув токи) ҳосил бўлади 0,1...1 А/Вт оралиғида.

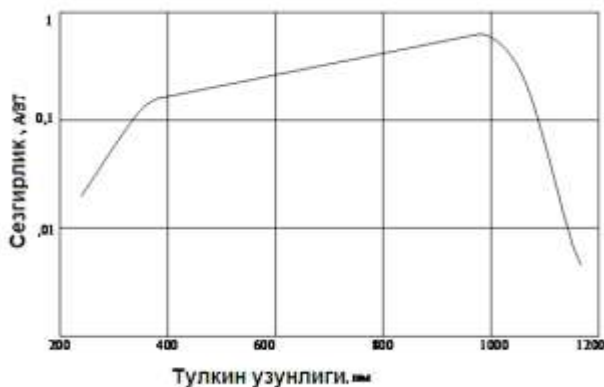
PIN-диоднинг структураси расм 2 да кўрсатилган.



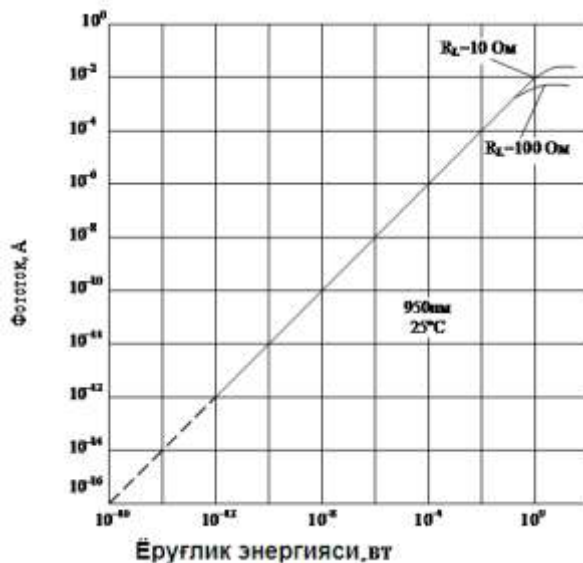
Расм 2. PIN- фотодиоднинг структураси, токқучланишини ўзгартиргичга уланиши.

Бундай фотодиоднинг тўлқин узунлигидан сезгирлик боғлиқлиги расм 3. да кўрсатилган, ёруғликка тушаётган энергиянинг фототокка (I_{sh}) боғлиқлиги расм 4 да кўрсатилган.

Фотодиоднинг иккита асосий ишлаш режими бор: **фотозлектрик ва фотоўтказувчанлик**. Биринчи ҳолатда фотодиодга ҳеч қандай кучланишни кўзғатилмайди. Бу токни йўқолишига олиб келади, шунинг учун бу ерда фақат иссиқлик токи ҳосил булади. Бундай режим ёруғлик кам булганда ҳам қурилмани сезгир бўлишига ёрдам беради. Бироқ ёруғликнинг катта тўлқин узунликларида сифимнинг катталаниши ҳисобига диоднинг тезлиги ёмонлашади.



Расм 3. Кремний ячейкаларини типик спектрал сезгирлиги.

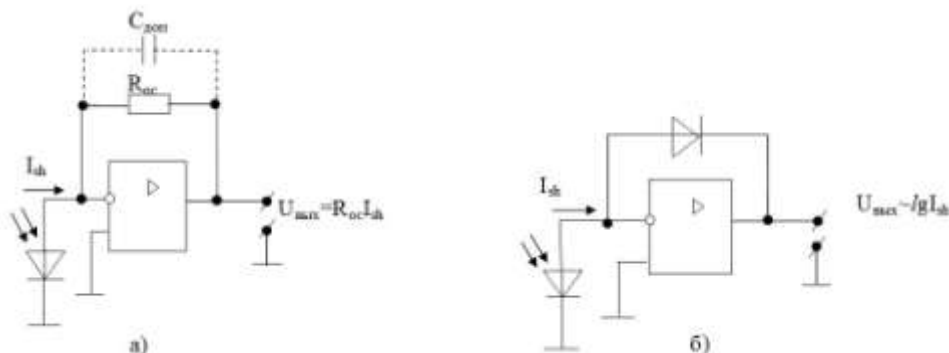


Расм 4. Энергия тушаётган ёруғликка фототокнинг боғлиқлиги: (R_L –

қаршилик нағрузкаси)

Фотоэлектрик режимда ишловчи фотодиод қабул қилгич ўлчов занжирлари сифатида, операцион кучайтиргичларда бажарилувчи ток – кучланиш ўзгартиргичларидан фойдаланилади.

Расм 5 да Ток – кучланиши ўзгартигичининг типик схемаси кўрсатилган.



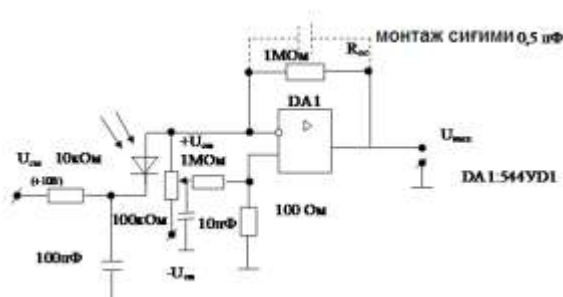
Расм 5. Фотодиод қабул қилгич билан ўлчаш занжирининг типик схемаси.

Операцион кучайтиргичининг коэффиценти, инвертерловчи кириши виртуал ер хисобланади, расм 5а да R_{oc} қаршилигидан ўтувчи ток I_{sh} кириш токига тенг. Бундан келиб чиқиб, чиқишдаги кучланиш $U_{чик} = -R_{oc} I_{кириш}$ тенглик билан аниқланади.

Юқори даражадаги шумларни чегаралаш мақсадида ва операцион кучайтиргични ўзини ўзи қўзғатишини олдини олишда унга $C_{кўш}$ (10нФ...100пФ) компрессор қўшилади.

Схема нўқсонини камайтириш учун инвертрловчи кириш билан ерга қўшимча резистор R_{oc} қўшишилади

Фотодиодларни фотоўтказгич режимда ишлаш давомида унга тескари кучланишни силжитади. Бу қўшилган зоналарни кенгайтишига, ўтиш сиғимини камайишига, кенг диапазон частотларида фототок ёруғлиги интенсивлиги чизиқли тобеликни вужуд келиши. Бироқ, тескари силжишни ошишида дробланган шум кўпаяди. Расм 6 да фотодиод сигнал кучайтиргичини ишчи схемаси кўрсатилган.



Расм 6. Фотодиод токининг кучайтиргичи

Расм 7 да диоднинг нағрузкали характеристикаси келтирилган.

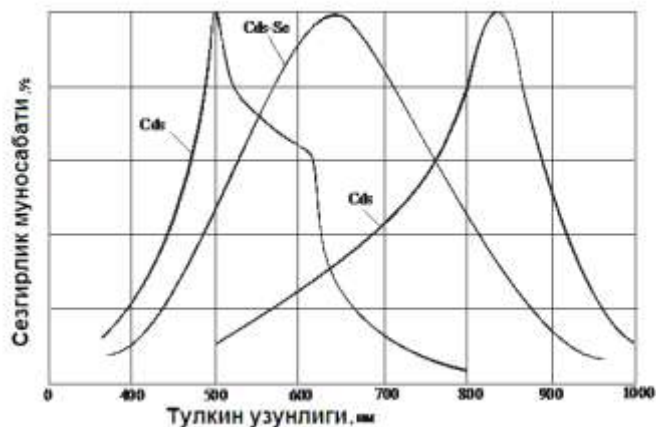


Расм 7. Фотодиоднинг фотоўтказиш ишлаш режими – нагрузка характеристикаси.

Фотодиоднинг тескари силжиши нагрузка линиясини учинчи квадратга силжитади, у ерда фотоэлектр режими ишлашидан кўра вольт ампер характеристикаси чизиғи юқорирок. Нагрузка линияси ўқ кучланиши бўйлаб оқади, кучланиш силжиши E га боғлиқ бўлган холда. Фотодиоднинг фотоўтказиш режими юқори ўтказиш чизиғи юзлаб мегагерцгача бўлиши мумкин, бу сигнал/шум орасидаги боғлиқликни оширади.

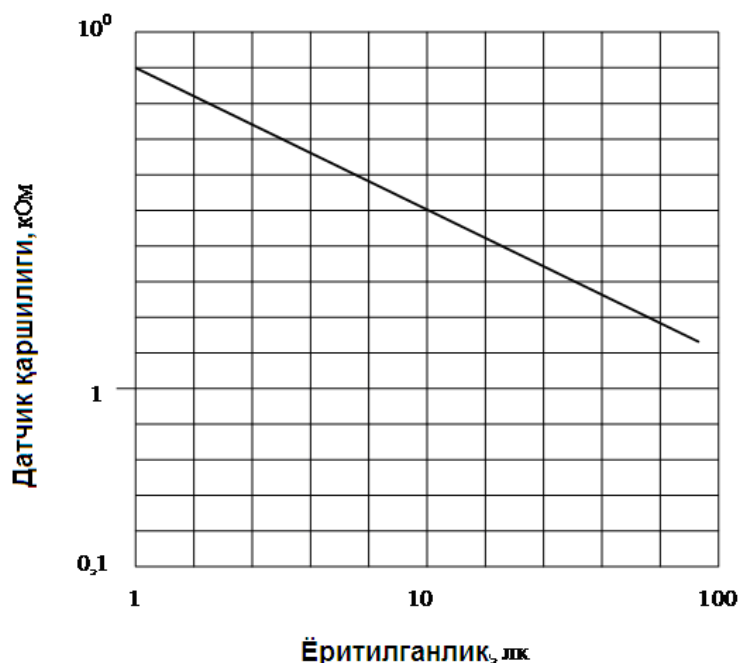
1.2.2. Фоторезисторлар ва уларнинг ўлчов занжирлари.

Фоторезисторлар ўзи билан бир жинсли ярим ўтказгич контактли пластинкаларни намоиш қилади ва натижада ички фотоэффектини нурланиши қаршилигини камайтиради. Расм 8 да фоторезисторларни спектрал характеристикаси берилган ва фойдаланилган ярим ўтказгичли материал хусусиятларини аниқланган.



Расм 8 да турли хил фоторезисторларни спектрал сезгирлигини тақсимланиши.

Рухсат этилган сочилиш кувватида чизикли фоторезисторларнинг Вольт – ампер характеристикаси. Фоторезисторларни ёруғлик характеристикаси, ёруғлик оқими кам даражада бўлганда амалий жиҳатдан ёритилгандиги 200...300 лк Расм 9 да кўрсатилаган.



Расм 9. Фоторезисторнинг сезгирлиги

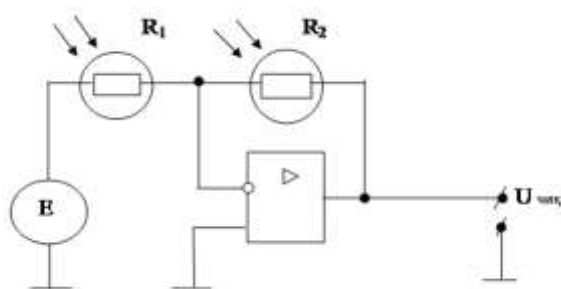
Фоторезисторларни қўлланишида филтратлар муҳим аҳамиятга эга ва улар частота қисмида, инфрақизил диапазонига яқинида датчик сезгирилигини чеклашга ёрдам беради. Бундай филтрасиз қонни кислород билан тўйинтиришни ўзгартириш, спектрни кўриниш қисмида датчикнинг сезгирилигига таъсир қилади.

Фоторезисторларни ўлчаш занжири ўзгарувчан ҳамда ўзгармас кучланиш манбаларидан фойдаланилади. Рухсат этилган кучланиш манбаи сочилиш қувватининг ва фоторезисторнинг максимал ёритилганлик қаршилиги билан $U \leq \sqrt{P_{дон} \cdot R_{осв}}$ аниқланади. Энг кўп тарқалгани кўприкли занжир.

Кўприк занжири элентларини танлашда шуни инобоатга олиш керакки, фоторезисторнинг қаршилиги жуда жиддий равишда ўзгаради ва ўлчанаётган занжир қўшимча ночизиқлик олиб кириши мумкин. Операцион кучайтиргичли ўлчов занжирига мисол расм 10 да келтирилган. Кучайтиргичнинг чиқишдаги кучланиши $U_{чик} = -E G_1 / G_2$

Дифференциал ўзгартирувчи фоторезисторларни ўтказувчанлик муносабатига пропорционал. Расм 8 да резисторни R_0 битта фоторезисторга алмаштирганда, $U_{вых} = -E R_0 / R_2$ ёки $U_{вых} = -E R_2 / R_0$ га тенг бўлади.

Кичикхажмдаги датчиклар кремнийлик фототранзисторлар асосида тайёрланади. Барча датчик турларини ишлатиш пайтида иложи борича фақат инкракизил нуруни ўтказувчи филтратлардан фойдаланиш керак, бу датчикни люминесцент нурланишдан сақлайди. Бундай филтрат куёш нуруни ёки қизиб турган лампа ёруғлигини ўтказишга тўсқинлик қилади. Буни натижасида фотоплетизмографларга одатда ёруғлик ўтказмайдиган тери ёки бирор материал қўйилади.



Расм 10. Фоторезисторнинг ўлчов занжири

Фотодиод оптопаралари фотогенератор режимида ишлаши керак, яъни, қаршилик кўрсатадиган кучланиш манбаисиз. Бу билан фотоплетизмографларни олиш пайтида ёритилганликни 1% га ўзгартириш мумкин.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ?

1. Датчик деб нимага айтилади?
2. Актив датчиклар деганда нимани тушинасиз?
3. Пассив датчиклар деганда нимани тушинасиз?
4. Фотодиод қабул қилгич билан ўлчаш занжирининг типик схемаси.
5. Контактли ва контактсиз датчиклар ҳақина инма биласиз?
6. Фотодиоднинг неча турдаги ишлаш режимларини биласиз?
- 7.

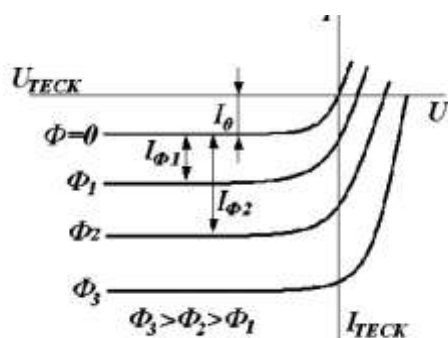
5-майруза - Фотоэлектрик ва оптоэлектрон элементлар.

Режа:

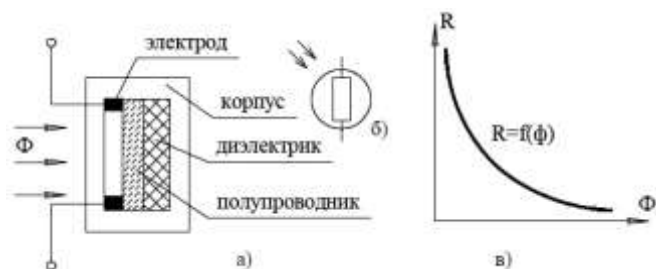
1. Оптоэлектроника
2. Нурланувчи диодлар
3. Ярим ўтказгичларнинг оптикавий хоссалари

Калит сўзлар: Оптоэлектроника, фотодиод, фоторезистор, фототранзисторлар, нурланувчи диодлар, ёруғлик ярим ўтказгич, ютилиши, кристалл панжара, энергия

Оптоэлектроника – электрониканинг бир бўлими бўлиб, ахборотни қабул қилиш, узатиш ва қайта ишлаш жараёнлари ёруғлик сигналларини электр сигналларга айлантириш ва аксинчага асосланган қурилмларни назарияси ва амалиётини ўрганади. Оптоэлектроника элементлари бўлиб фотодиод ва ёруғлик диоди ҳисобланадилар.



диоддан берилган кучланишга боғлиқ бўлмаган I_0 экстракция токи деб аталувчи, жуда кичик қийматга эга “қоронғулик” токи оқиб ўтади. Диоднинг n – база соҳаси тақиқланган зона кенглигидан катта $h\nu$ энергияга эга бўлган фотонлар билан ёритилганда электрон – ковак жуфтликлар генерацияланади. Агар ҳосил бўлган жуфтликлар билан $p-n$ ўтиш орасидаги масофа заряд



ташувчиларнинг диффузия узунлигидан кичик бўлса, генерацияланган коваклар $p-n$ ўтиш майдони ёрдамида экстракцияланади ва тескари ток қиймати унинг “қоронғулик” даги қийматига нисбатан ортади. Ёруғлик оқими Φ интенсивлиги ортиши билан диоднинг I_Φ тескари токи қиймати ортиб боради. Ёруғлик оқимининг турли қийматлари учун фотодиод ВАХи 1 – расмда келтирилган. Ёритилганликнинг кенг чегарасида фототок билан ёруғлик

оқими орасидаги боғланиш амалда чизиқли бўлади. Пропорционаллик коэффициентлари

Пропорционаллик коэффициентлари $K_{\phi} = \partial I_{\phi} / \partial \phi$ бир неча мА/лм ни ташкил этади ва **фотодиоднинг сезgirlиги** деб аталади. Фотодиодлар турли ўлчаш қурилмаларида ҳамда оптик толали алоқа линияларида ёруғлик оқимини қабул қилувчилар сифатида ишлатилади. Фотодиоднинг **фотодиод режимидан** ташқари **фотовольтаик режими** кенг ишлатилади. Ушбу режимда фотодиод ташқи электр манба уланмаган ҳолда ишлатилади ва ёруғлик (куёш батареялари) энергиясини бевосита электр энергияга ўзгартириш учун қўлланилади.

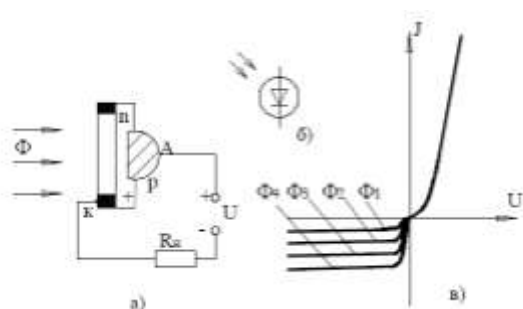


Бу ерда а) конструкцияси б) шартли белгиланиши **Фоторезистор** тузилиши ва унинг қаршилигини ёруғлик кучи ϕ га боғлиқлик графиги келтирилган

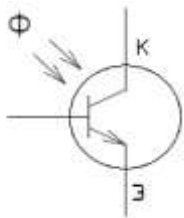
Диод фотовольтаик режимда ёритилганда унинг чиқишида фото ЭЮК хосил бўлади. Куёш нури энергиясини электр энергияга ўзгартирувчи ўзаро уланган ўзгартгичлар электр манба сифатида космик кемаларда ва ер устидаги автоном электр энергия қурилмаларида ишлатилиб келинмоқда.

Фоторезистор деб ички қаршилиги ташқи ёруғлик манбаининг кучига боғлиқ бўлган ярим ўтказгичли диодга айтилади, фоторезистор ёруғлик энергиясини электр энергиясига айлантиради ва уни кучайтириш хусусиятига ҳам эгаллиги билан фотодиоддан фарқ қилади. Фоторезистор уч электрода эга эмиттер, коллектор ва база, база ёруғлик қабул қилиш объекти ҳисобланади.

Фотодиод деб ёруғлик манбаининг туширилганда p-n перехода чегараларида электр юритувчи куч пайдо бўладиган ярим ўтказгичли диодга айтилади. (3 расм.) электр юритувчи кучнинг катталиги ёруғлик частотасига боғлиқ бўлади.



Расм 3 бу ерда а) конструкцияси б) шартли белгиланиши в) врльт – ампер характеристикаси

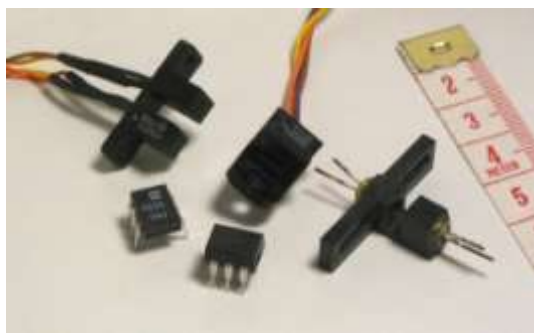


Фототранзистор в отличии от фотодиода является активным преобразователем, в нем происходит не только преобразование энергии излучения, но и усиление. Фототранзистор имеет три электрода: эмиттер, коллектор и базу, причем база подвергается облучению потоком лучистой энергии. Конструктивно фототранзисторы выполняются в металлическом корпусе со стеклянным окном.

Нурланувчи диодлар(лазерлар) - битта p-n ўтишга эга бўлган, электр энергияни некогерент ёруғлик нурига ўзгартувчи яримўтказгич нурланувчи электрон асбобдир. Нурланувчи диодларда электрон - ковак жуфтликларининг рекомбинациялашуви натижасида ёруғлик нури пайдо бўлади. Агар p-n ўтиш тўғри йўналишда силжитилган бўлса рекомбинация содир бўлади. Нурланувчи рекомбинация тўғри зонали деб аталувчи яримўтказгичларда ҳосил бўлади. Бундай яримўтказгич сифатида арсенид галлийни келтириш мумкин. Нурланаётган ёруғликнинг тўлқин узунлиги λ энергияси тахминан яримўтказгич таъқиқланган зонаси кенглигига мос келувчи квант энергияси билан аниқланади. Арсенид галлий асосида тайёрланган нурланувчи диодларнинг тўлқин узунлиги $\lambda = 0,9-1,4$ мкм ни ташкил этади. Кўринувчи нурлар диапазонидаги нурланувчи диодлар фосфид галлий, карбид кремний ва бошқалар асосида тайёрланади. Замонавий нурланувчи диодларда галлийнинг азот ва алюминий билан бирикмаларидан фойдаланилади.

Нурланувчи диодларнинг энергетик характеристикаси сифатида квант чиқиши (самарадорлик) дан фойдаланилади. Квант чиқиши бошқарув занжиридан ўтаётган ҳар бир электронга нурланувчи диод чиқишида нечта нурланиш кванти тўғри келишини кўрсатади. Гомоўтишли нурланувчи диодлар учун одатда квант чиқиши 0,01-0,04 ни ташкил этади. Гетероўтишли нурланувчи диодлар ҳосил қилиш учун бинар ва уч компонентали яримўтказгич бирикмалардан фойдаланилади, улар учун квант чиқиши анча юқори қийматни (0,3 гача) ташкил этади, лекин ҳамма вақт бирдан кичик бўлади. ВАХлари, оддий диодларникидек, экспоненциал боғланиш билан ифодаланади. Нурланувчи диоднинг қайта уланиш вақти $10^{-7} \div 10^{-9}$ с ни ташкил этади.

Нурланувчи диодлар оптик алоқа линияларида, индикация



қурилмаларида, оптоэлектрон жуфтликларда ва яқин келажакда электр ёритгич асбобларни алмаштиришда қўлланилади.

Фотодиод ва нурланувчи диод оптоэлектрониканинг асосий яримўтказгич асбобларидир. Оптоэлектроника - электрониканинг бўлими бўлиб, ахборотларни қабул қилиш, узатиш ва қайта

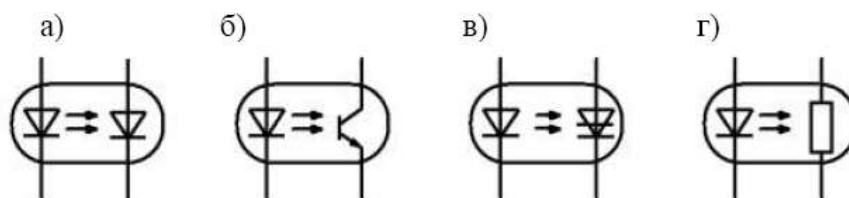
ишлашда ёруғлик сигналлар электр сигналларга ва аксинча ўзгартирилишини

таъминловчи электрон қурилмаларни ишлаб чиқиш, яратиш ва амалий қўллаш билан шуғулланади.

Оптоэлектроника – электрониканинг бир бўлими бўлиб, ахборотни қабул қилиш, узатиш ва қайта ишлаш жараёнлари ёруғлик сигналларини электр сигналларга айлантириш ва аксинчага асосланган қурилмаларни назарияси ва амалиётини ўрганади. Оптоэлектроника элементлари бўлиб фотодиод ва ёруғлик диоди ҳисобланадилар.

Оптоэлектрон жуфтлик, ёки **оптожуфтлик** конструкцияси жиҳатдан оптик муҳит орқали ўзаро боғланган нурлатгич ва фото қабул қилгичдан ташкил топган бўлади.

Кирувчи электр сигнал таъсирида нурланувчи диод ёруғлик тўлқинларини генерациялайди, фотоқабулқилгич эса (фотодиод, фоторезистор, фототранзистор ва бошқалар) ёруғлик таъсирида фототок генерациялайди.



Нурланувчи диод ва фотодиоддан (а), фототранзистордан (б), фототиристордан (в), фоторезистордан (г) ташкил топган оптожуфтликларнинг схемада шартли белгиланиши келтирилган.

Оптожуфтликлар рақамли ва импульс қурилмаларда, аналог сигналларни узатувчи қурилмаларда, автоматика тизимларида юқори вольтли таъминловчи манбаларни контактсиз бошқариш ва бошқалар учун қўлланилади.

Ярим ўтказгичларнинг оптикавий хоссалари.

Ярим ўтказгич моддалар ёруғлик таъсирига жуда сезгир бўлади, чунки уларда ютилган энергия эвазига заряд ташувчилар зичлиги ва ҳаракатчанлиги анча ўзгариши мумкин.

Ёруғлик ярим ўтказгичга тушганда бир неча хил ютилиш ҳоллари юз бериши мумкин.

1. Ёруғликнинг хусусий ёки асосий ютилиши - бунда ютилган фотон энергияси ҳисобига электроннинг валент зонадан ўтказувчанлик зонасига ўтиб олиши (зоналараро ўтиш) (1-расм) содир бўлади. Оқибатда битта ўтказувчанлик электрони ва битта ковак (электрон-ковак жуфти) ҳосил бўлади. Бундай ютилиш ҳосил бўлиши учун фотон энергияси ярим ўтказгичнинг тақиқланган зонаси кенглигидан катта бўлмоғи зарур: $\hbar\omega \geq E_g$.

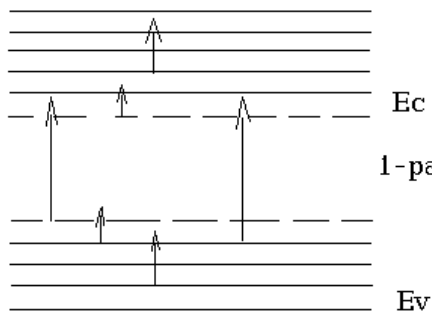
2. Ёруғликнинг киришмалар томонидан ютилиши - бунда ютилган фотон эвазига электроннинг киришма атомидан ўтказувчанлик зонасига ёки валент зонадан киришма сатҳига ўтиши содир бўлади). Бундай ютилиш юз бериши учун фотон энергияси киришманинг E_i ионланиш энергиясидан каттароқ бўлиши зарур: $\hbar\omega \geq E_i$. Бу энергия тақиқланган зона кенглигидан кичик ($E_i < E_g$, хатто $E_i \ll E_g$), бинобарин, бу ютилиш инфрақизил соҳада юз бериши мумкин.

3. Ёруғликни эркин заряд ташувчилар ютиши- ёруғлик тўлкини электр майдони таъсирида заряд ташувчилар мажбуран тебранади, бу ҳодиса электромагнит нурланиш энергияси ютилиши эвазига юз беради

4. Ёруғликнинг кристалл панжара тебранишлари томонидан ютилиши-бунда ёруғлик энергияси эвазига панжара тебранишлари (мувозанатий тебранишларга қўшимча равишда) уйғотилади.

5. Экситон ютилиш-бунда ёруғлик энергияси ҳисобига ўзаро боғланган электрон-ковак жуфти (гантель) ҳосил бўлади.

6. Ёруғликнинг зоналар ичида ютилиши-зоналари мураккаб тузилишга эга бўлган ярим ўтказгичларда электрон (ковак) ютилган фотон энергияси ҳисобига мазкур зона ичида бир ҳолатдан юқорироқ бошқа ҳолатга ўтади.



7. Ёруғликни электрон-ковак плазмаси ютиши-бу ҳодисада электронлар ва коваклар тўпланишидан иборат плазма ўз энергия спектрига мос ёруғликни ютади, қўшимча плазмавий тебранишлар пайдо бўлади. Кристалларда ёруғликни ютувчи бошқа яна кўп марказлар (нуқсонлар) мавжуд.

Шишасимон ярим ўтказгичлар: As_2S_3 , As_2Se_3 , As_2Te_3 . Улар ИК нурларни ўтказишади. Шунинг учун улардан ИК-спектроскопияда фойдаланилади.

Назорат саволлари

1. Оптоэлектроника нималарни ўрганади?
2. Фотодиод деб нимага айтилади?
3. фотодиоднинг сезгирлиги деб нимага айтилади?
4. Фотодиодлар қайерда ишлатилади?
5. Фоторезистор деб нимага айтилади?
6. Фототранзисторлар?
7. Нурланувчи диодлар (лазерлар) қандай электрон асбобдир?
8. Ёруғлик ярим ўтказгичга тушганда неча хил ютилиш ҳоллари юз бериши мумкин?

Маъруза 6 таркиби Электр сигналларини кучайтиргичлари ва улар ҳақида умумий маълумотлар, асосий кўрсаткичлари

Режа:

1. Кучайтиргичлар ва уларнинг турлари
2. Кучайтиргичларнинг асосий характеристикалари
3. Кўп босқичли кучайтиргичлар

Калит сўз : Кучайтиргич, статик характеристикаси, частота, босқичлар, чиқиш, синфлар, режим, умумий, маҳаллий, тескари алоқали, интеграл

Кучайтиргичлар ва уларнинг турлари. Қурилмага кирувчи ва ундан чиқувчи сигналларнинг физик табиатини ва формасини ўзгартирмаган ҳолда кириш сигналини сон жиҳатидан бир неча мартабага кучайтириш учун хизмат қилувчи элемент **сигнал кучайтиргич** деб аталади.

Бундай сигнал кучайтиргичлар пайдо бўлишининг асосий сабаби датчиклардан олинadиган чиқиш сигналларининг жуда заифлигидир (10^{-4} — 10^{-5} Вт). Сизгичлари унча ката бўлмаган чиқиш сигнали автоматик системалардаги ижрочи элементларни ишга тушира олмайди. Шунинг учун сигнални кучайтириш, яъни кириш сигнали қувватини ошириш муаъммоси пайдо бўлди.

Сигнал кучайтиргичлар ташқи энергия манбаининг турига қараб турларга бўлинади. Бундай кучайтиргичлар **статик характеристикаси ва кучайтириш коэффицентлари** билан бир-биридан фарқ қилади.

Кучайтириш коэффиценти ва ташқи энергия манбаининг қуввати кучайтиргичларни **характерловчи асосий параметрлар** ҳисобланади.

Кучайтириш коэффиценти қуйидагича ифодаланади:

$$K_y = \frac{X_q}{X_k}$$

бунда X_q — кучайтиргичнинг чиқишидаги сигнал, X_k — кучайтиргичнинг киришидаги сигнал.

Электрик сигнал кучайтиргичларнинг кучайтириш коэффицентини сигналнинг қувват P , ток (I) ёки кучланиш U орқали ифодаланиши мумкин, улар мос равишда **қувват бўйича кучайтириш коэффиценти, ток бўйича кучайтириш коэффиценти ва кучланиш бўйича кучайтириш коэффиценти** деб аталади. Барқарор режимлардаги чиқиш сигнали X_q билан кириш сигнали X_k орасидаги боғланиш $X_q = f(X_k)$ сигнал кучайтиргичларнинг **статик характеристикаси** деб аталади.

Паст частотали кучайтиргичлар (УНЧ) деб, кириш сигналларини қувват ёки кучланиш бўйича кучайтиришга мўлжалланган ва 20 - 20000 Гц (овоз) частотаси билан ўзгарадиган қурилмаларга айтилади.

Доимий ток кучайтиргичлари (УПТ) деб, секин ўзгарадиган сигналларни ва ноль частотали ўзгармас кириш сигналларини кучайтирилади сигналлар эгри чизиғи формасини сақлаб қолган ҳолда кучайтирадиган қурилмага айтилади.

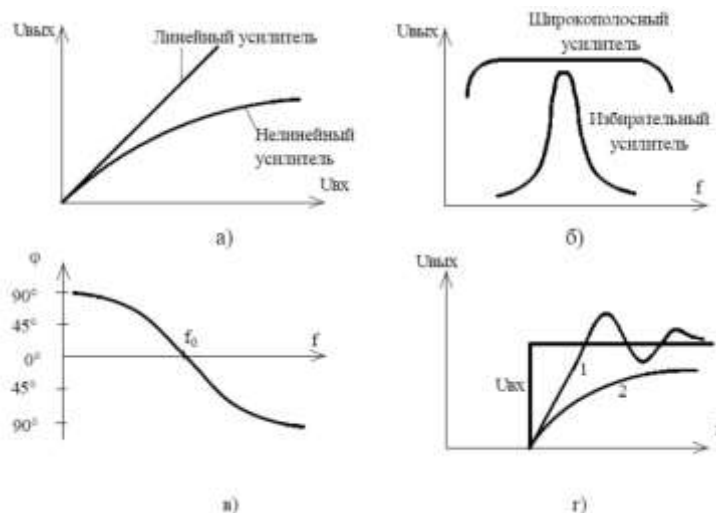
Кучайтиргичнинг асосий параметрлари қуйидагилардан иборат:

Ток бўйича кучайтириш коэффициент- ток бўйича, K_I кучланиш бўйича K_U ва қувват K_P , бўйича

$$K_I = \frac{\Delta I_{\text{ч}}}{\Delta I_{\text{к}}} \quad K_U = \frac{\Delta U_{\text{ч}}}{\Delta U_{\text{к}}} \quad K_P = \frac{\Delta P_{\text{ч}}}{\Delta P_{\text{к}}}$$

Бу ерда $I_{\text{ч}}$, $I_{\text{к}}$, $U_{\text{ч}}$, $U_{\text{к}}$, $P_{\text{ч}}$, $P_{\text{к}}$ – кучайтиргичга кириш ва чиқиш ток, кучланиш ва қувватнинг қийматлари.

Кучайтиргичларнинг асосий характеристикалари қуйидагилардан иборат:



1 - расм

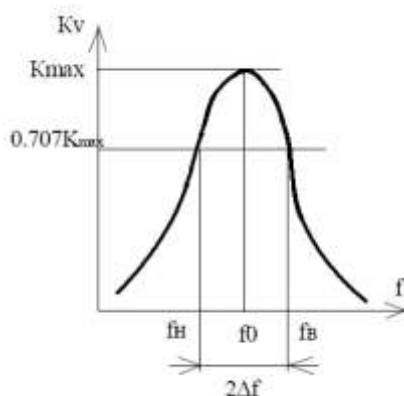
Амплитудавий характеристика — $U_{\text{ч}} = \varphi(U_{\text{к}})$ боғланиш билан баҳоланади, бунда чиқиш сигнаolini катталиги кириш сигнаlining катталигига боғлиқ бўлади.

Амплитуда – частотали характеристика (АЧХ) — $U_{\text{ч}} = \varphi(f)$ бунда чиқиш сигнаlining катталиги кириш сигнаlining частотасига боғлиқ бўлади. (амалда паразит сиғимлар ва қўшимча индуктивликлар таъсирида ҳамма частоталар бир хил кучаумайди.)

Фазово - частотали характеристика — $U_{\text{ч}} = \lambda(f)$ бунда чиқиш сигнаlining фаза силжиш бурчагини кириш сигнаlining фаза силжиш бурчага боғлиқлигига айтилади

Ўтиш характеристикаси — кучайтиргични кириш сигнаlining сакрашига бўлган муносабатига айтилади.

Кучайтиргичларнинг ўтказиш полосаси (полоса пропускания) $2\Delta f$ – кучайтиргични частотали характеристикасини белгилайди. (ўлчашда $0,707 \cdot K_{\max}$) $2\Delta f = f_{\text{б}} - f_{\text{п}}$



2 - расм

Тушинишга осон бўлиши учун кўпинча амплитуда – частотали характеристика (*АЧХ*) қуйидагича нисбий катталикларда кўрсатилади.

$$K(f) = \frac{K(f)}{K_{\max}}$$

Бунда $K(f)$ f – частотадаги кучайтириш коэффициентлари. K_{\max} – максимал кучайтириш коэффициентлари

Кучайтиргичларнинг кириш ва чиқиш қаршиликлари комплекс характерга эга ва частотага боғлиқ функция ҳисобланади.

$$Z_{\text{q}}(f) = \frac{U_{\text{q}}(f)}{I(f)_{\text{q}}} \qquad Z_{\text{x}}(f) = \frac{U_{\text{x}}(f)}{I(f)_{\text{x}}}$$

Кучайтиргичларнинг чиқиш қуввати – нагрускада ажралиб чиқадиган қувват.

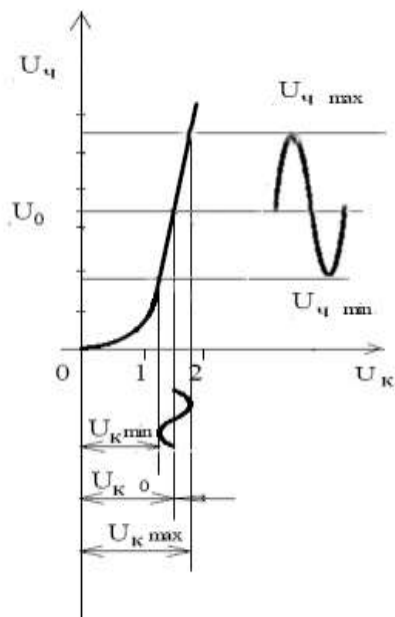
Кучайтиргичда сигналларнинг бузилиши (Искажения сигналов в усилителе) кириш сигналларининг формасини чиқиш сигнали формасига нисбатан бузилишига айтилади улар икки хил кўринишда бўлади. Статистик (нелинейные) ва динамик(линейные).

Статистик (нелинейные) бузилиш кучайтиргичнинг вольт ампер характеристикасининг чизиқли бўлмаган жойида ишлаши натижасида юзага келади ва кучайтиргичнинг чизиқли бузилиш коэффициентлари билан баҳоланади.

Кучайтиргичларнинг тезкорлигига ҳам катта аҳамият берилади. Бу уларнинг динамик характеристикаси $X_q(t)$ асосида ёки вақт доимийси T (с) бўйича аниқланади. Электрон ва яримўтказгичли кучайтиргичлар энг юқори тезкорликка эга.

$$K_q = \sqrt{\frac{A_2^2 + A_3^2 + \dots + A_n^2}{A_1}}$$

A_n – амплитуданинг n чи гармоникаси A_1 - амплитуданинг 1 чи гармоникаси



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 коэффициентини чиқиш босқичлари учун иккинчи даражали параметр ҳисобланади. Шу сабабли асосий параметрлар бўлиб қуйидагилар ҳисобланади: **фойдали иш коэффициентини η** ва **ночизиқли бузилишлар коэффициентини K_G** .

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

$$\eta = \frac{1}{2} \frac{U_{чикт} I_{чикт}}{E_M I_{ўрт}}, \quad (1)$$

бу ерда $I_{чикт}$, $U_{чикт}$ – чиқиш катталиклар амплитудаси, E_M – кучланиш манбаи, $I_{ўрт}$ – ўртача ток.

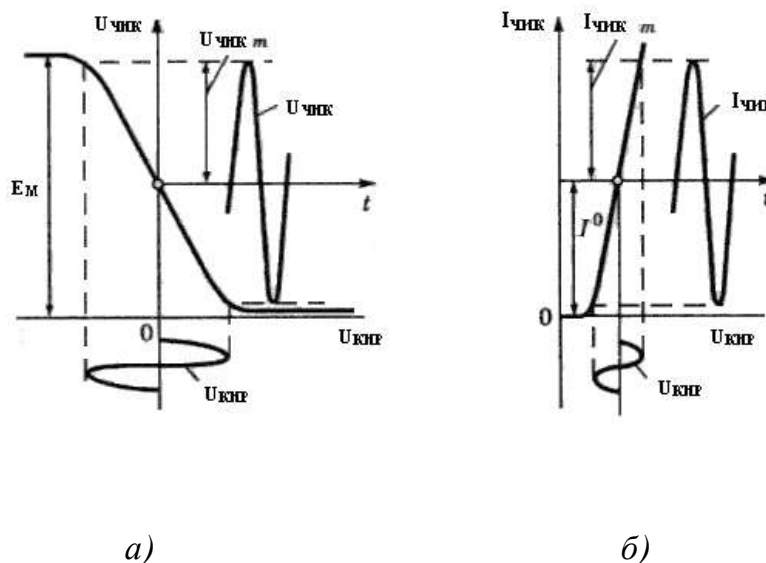
Ночизиқли бузилишлар коэффициентини чиқиш сигнали шаклининг кириш сигнали шаклидан фарқини ифодалайди. Бу фарқ босқичнинг узатиш характеристикасининг ночизиқлиги сабабли юзага келади. Кучайтиргич босқичи узатиш характеристикалари чиқиш катталигини ($I_{чик}$ ёки $U_{чик}$) кириш катталигига ($I_{кир}$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

Кучайтириш синфлари

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

A режимда сокинлик режимида ишчи нуқта узатиш характеристикаси квазичизиқ соҳа ўртасида жойлашади (4 - расм).



4 - расм

Кириш сигналининг иккала ярим даври узатиш характеристикасининг квазичизиқ соҳасида жойлашганлиги сабабли ночизиқли бузилишлар энг кичик ($K_T \leq 1\%$) бўлади. Расмдан кўришиб турибдики, агар $U_{чик.м} = \frac{1}{2} E_M$;

$I_{чик.м} = I_{ўРТ}$ бўлса, у ҳолда (1)ни ўрнига қўйиб, қуйидагини оламиз

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

B режимда сокинлик режимидаги ишчи нуқта транзисторнинг берк ҳолатига мос келувчи квазичизиқ соҳа чегарасида жойлашади. Транзистор фақат мусбат ярим давр мобайнида очик ҳолатда бўлади (5 – расм).

B режимда K_T 70 % атрофида бўлади. (1) ифодага E_M ва $I_{ўРТ} = \frac{2}{\pi} I_{чик.м}$ ларни қўйиб, қуйидагини ҳосил қиламиз

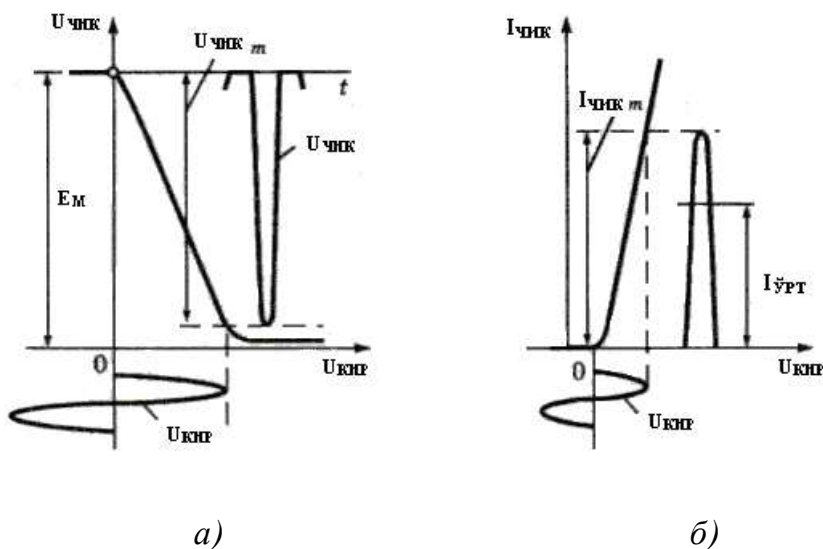
$$\eta = \frac{\pi}{4} \text{ (яъни } 78 \%).$$

B режимда ночизиқли 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, $K_T \leq 3\%$ бўлади.

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



5 - расм

Тескари алоқа

Тескари алоқа деб чиқишдаги ёки бирор оралиқ 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 ҳизмат 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. МТАнинг киритилиши сигнал кучайишини камайтиради, лекин параметрларнинг барқарорлиги ортади ва ночизикли бузилишлар камаяди.

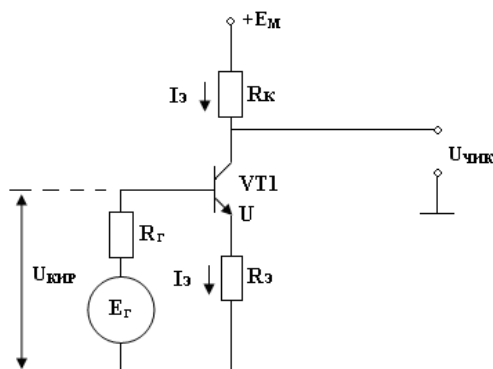
6 – расмда манфий тескари алоқали бир босқичли кучайтиргич схемаси келтирилган.

Бу ерда МТА эмиттер занжирига $R_Э$ резистор киритилиши билан амалга оширилган. Кириш кучланиши $U_{\text{кир}}$ 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



6 – расм.

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

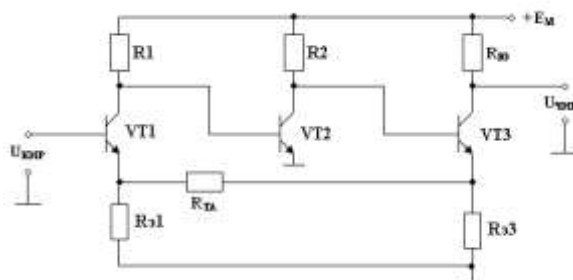
$$K_U = -\frac{SR_{\text{К}}}{1 + SR_{\text{Э}}}$$

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.

Кўп босқичли кучайтиригичлар

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 7 – 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.



7 – расм.

Маҳаллий МТАдан ташқари кучайтиргичда умумий тесқари алоқа қўлланилган. У кучайтиргич босқич чиқишини VT1 транзистор эмиттери билан боғловчи $R_{ТА}$ резистор занжирида бажарилган. Маҳаллий (босқичлар ичидаги) тесқари алоқаларга нисбатан бутун кучайтиригични камраб оладиган тесқари алоқа, янада юқори барқарорликни ҳамда алоҳида босқичларни кучайтириш коэффиценти оғишига сезгирликни камайишини таъминлайди. 7– схема интеграл кучайтиргич ясашда асос ҳисобланади.

Лекин тесқари 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 сифимларга эга бўлган конденсаторларнинг мавжуд эмаслиги туфайли барча босқичлар ўзгармас ток бўйича ўзаро боғланган.

Назорат саволлари

1. Кучайтиргич деганда нимани тушинасиз, унга тариф беринг.
2. Кучайтиргич асосий характеристика ва параметрлари қандай ва уларнинг ўзига хос хусусиятлари нимада ?
3. Сизга қандай кучайтириш синфлари маълум ?
4. Нима сабабли А синфига мансуб кучайтиргичда фойдали иш коэффиценти жуда кичик ?
5. Нима сабабли В синфига мансуб кучайтиригич ишлаганда симметрик сигналнинг сезиларли шакл бузилишлари кузатилади ?
6. АВ синфи В синфидан нимаси билан фарқ қилади ва у қандай схемаларда қўлланилади ?
7. Тесқари алоқа нима ?

8. *мусбат тескари алоқа нима ?*
9. *Манфий тескари алоқа нима ?*
10. *Кўп босқичли кучайтиргич нима ?*

Маъруза 7 таркиби Интеграл технологияда бажарилган кучайтиргичлар.
Оперцион кучайтиргичлар, уларнинг параметр ва курсатгичлари.

Режа:

1. Интеграл схемалар
2. Операцион кучайтиргичлар.
3. Операцион кучайтиргичнинг асосий характеристикалари
4. Операцион кучайтиргичларнинг синфларга бўлиниши.

Калит сузлар:Интеграл схема, кучайтиргич, микросъемалар, гибрид, аралаш, элемент, ОК, операцион кучайтиргичлар

Мураккаблиги ёки қўлланиш соҳасидан қатъи назар ҳар қандай технологик жараён инсон меҳнатини енгиллатиш, машина ва механизмлар ишини оптимал бошқариш, экология муаммоларини ҳисобга олиб иш юритишни талаб этади. Автоматика ва микропроцессор техникаси тизимлари эса ана шундай долзарб ва муҳим масалани ҳал этишга хизмат қилади.

Ҳар қандай параметрни ўлчаш ёки назорат қилишда бир қатор ҳолларда ўлчанаётган катталикларнинг қийматларини электрон асбоблар ёрдамида аниқлаш ва кузатиб бориш билан боғлиқ бўлган турли операцияларини автоматик равишда бажариш зарур бўлади. Бу масалалар микропроцессор қурилмалар ёрдамида ҳал қилинади.

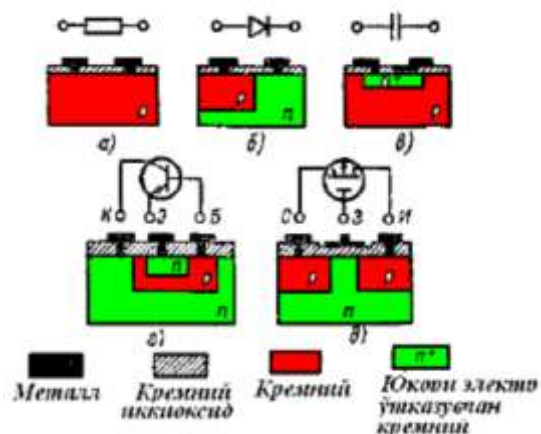
Ўлчов асбобларида, ўзгарткичларда ва технологик ўлчашлар учун фойдаланиладиган тизимларда микропроцессорлар қўлланилади. Бу қурилмаларнинг техник асоси битта кристаллда 10^3 — 10^{12} та элементи бўлган катта ва ўта катта интеграл схема (КИС ва ЎКИС)лар ҳисобланади.

Кейинги пайтларда микроэлектроника ва ҳисоблаш техникасининг энг муҳим ютуғи КИС асосидаги микропроцессорларни яратиш ҳисобланади.

Интеграл микросхемалар (ИС)—деб, ягона технологик жараёнда тайёрланиб, муайян схема бўйича уланган ва умумий пластмассали ёки металл корпусга яхлит жойлаштирилган ва диод, транзисторлар, конденсаторлар, резисторлардан ташкил топган микроэлектроника қурилмаларига айтилади. Битта интеграл микросхема юзлаб ва ундан юқори миқдордаги дискрет элементлар (диод, транзисторлар, конденсаторлар ва бошқалар)дан ташкил топган электрон схемага эквивалентдир.

Интеграл схемалар ИС (10^2 элементгача), катта ИС (10^4 элементгача), ўта катта ИС (10^4 ва ундан кўп элемент) кўринишида бўлиши мумкин.

ИС ларнинг ярим ўтказгичли, пленкали ва гибрид шакллари мавжуд.



Ярим ўтказгичли ИС ларда элементлар ва улар орасидаги боғланишлар я.ў. сиртида ва ичида (ҳажмида) бажарилади.

Плёнкали ИСлар диэлектрик асосга вакуум остида ёки бошқа усул билан маълум конфигурация ва турли материаллардан ташкил топган пленкаларни ёпиштириш йўли билан тайерланади.

Гибридли (аралаш) ИСларда пленкали технология усули билан ток ўтказувчи металл йўлакчалар ва майдончалар диэлектрик материалдан ясалган асосга жойлаштирилиб, сиртига микроэлектроника элементлари (диодлар, транзисторлар, резисторлар ва бошқ.) монтаж қилинади.

1-чизма. Ярим ўтказгичли кристаллда турли элементларни жойлаштириш мисоллари.

ИС ларнинг афзаллиги юқори ишончлилик, тезкорлик, оғирлигининг камлиги, кам энергия талаб этиши, бажараетган функцияларини мураккаблаштириш имкониятининг борлиги ва бошқалар ҳисобланади.

Юқори даражадаги салбий таъсирларга бардошли мантиқий ИС 511 серияси саноат автоматикаси ва дастгоҳларни рақамли-дастурли бошқариш тизимлари, шунингдек бошқа ТЖ ларни автоматлаштиришда қўлланилади. ИС нинг бардошлилиги айниқса вибрация, агрессив муҳит, чанглик бқори бўлган қурилиш соҳасида, транспорт воситаларида, дастгоҳ ва электр ускуналарда муҳим аҳамиятга эга.

ИС лар бир нечта йўналишда такомиллашиб бормоқда. Шулардан бири интеграцияланиш даражаси, яъни бир ҳажмда кўпроқ элементларни жойлаштириш, борган сари ошиб бормоқда. Ҳозирги кунда бир корпусда миллиондан кўпроқ микроэлементлар жойлаштирилган ва мураккаб мантиқий қурилмалардан иборат микропроцессорларда бўлган КИС лар мавжуд.

Интеграция даражасини $k = \lg N$ формула орқали аниқлаш мумкин. Бунда N - ИС га жойлаштирилган элемент ва компонентлар сони.

ИС ларнинг шартли белгиланиши уларнинг қайси синф, гуруҳ ёки серияга мансублигини аниқлашга ёрдам беради.

ИС ларнинг шартли белгилари қуйидаги элементлардан ташкил топган:

Биринчи элемент- ИС гуруҳини билдирувчи рақам (1, 5, 7 — ярим ўтказгичли; 2, 4, 6, 8 — гибридли; 3 — пленкали, сопол (керамик) ва бошқ.). Кенг истеъмолдаги курилмаларда ҳарфлар ҳам ишлатилиши мумкин.

Иккинчи элемент - микросхема сериясини билдирувчи учта рақам (000 дан 999 гача).

Учинчи элемент — ИС вазифасидан келиб чиқиб, унинг кўриниши ва кичик гуруҳини англатади.

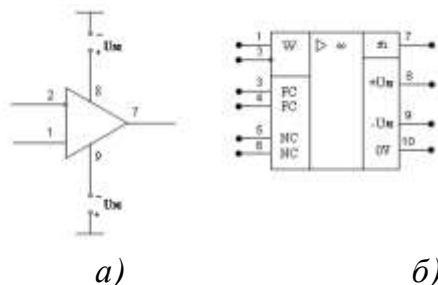
Тўртинчи элемент — шу сериядаги микросхеманинг шартли рақами (номери).

Операцион кучайтиргичлар

Аналог интеграл микросхемалардан ҳозирги кунда энг кўп фойдаланиладиган операцион кучайтиргичлар (ОК) ҳисобланади. Чунки ОКлар асосида турли чизиқли, ночизиқли аналог ва рақамли электрон курилмалар ясалади.

Умумий маълумотлар. **Операцион кучайтиргич** (ОК) – бу кучланиш бўйича юқори кучайтириш коэффициентли ($10^4 \div 10^6$), юқори кириш ($10^4 \div 10^7$ Ом) ва кичик чиқиш ($0,1 \div 1$ кОм) қаршиликларига эга бўлган ўзгармас ток кучайтиргичи. ОК иккита кириш ва битта чиқишга эга. Чиқиш ва киришдаги сигналларнинг кутбига кўра киришларнинг бири **инверслайдиган** (“-” ишораси билан белгиланади), иккинчиси – **инверсламайдиган** (“+” ишораси билан белгиланади) деб аталади.

ОКнинг шартли белгиси 2 а, б - расмда келтирилган. Манба қийматлари бир – бирига тенг, лекин умумий шинага нисбатан ишоралари тескари бўлган иккита манбадан таъминланади. Бу билан кириш сигнали мавжуд бўлмаганда чиқишда ноль потенциал таъминланади ва чиқишда ҳам мусбат, ҳам манфий сигнал олиш имконияти юзага келади. Реал ОКларда кучланиш манбаи қиймати $\pm 3 \text{ В} \div \pm 18 \text{ В}$ оралиғида ётади. Сигнал умумий шинага уланган симметрик сигнал манбаидан 1 ва 2 киришларга, ёки иккита алоҳида манбалардан узатилиши мумкин. Бу киришлардан бири инверслайдиган кириш ва умумий шинага, иккинчиси эса – инверсламайдиган кириш ва умумий шинага уланади.



2 – расм.

ОК доим тескари алоқа занжирлари билан қамраб олинаган бўлади. Тескари алоқа занжири турига кўра ОК аналог сигналлар устидан турли амалларни (операцияларни) бажариши мумкин. Бундай амалларга йиғинди олиш, интеграллаш, дифференциаллаш, солиштириш, логарифмлаш ва бошқалар кирази. Шунинг учун бундай кучайтиргичлар – *операцион* деб аталади.

Операцион кучайтиргич (ОК) кучланиш бўйича сезиларли катта кучайтириш коэффицентили тўғридан-тўғри кучайтиришли кўп каскадли ўзгармас ток кучайтиргичи ҳисобланади.

ОКнинг авфзалликлари ОКга нисбатан турли функционал қурилмаларнинг кўрсаткичлари фақат ОК таркибига киритилган ва ОКнинг ўзига боғлиқ бўлмаган тескари алоқа занжирлари элементлари параметрлари орқали аниқланишидир.

Дастлаб ОК аналог ҳисоблаш машиналарида қўшиш, айириш, масштаблаш, дифференциялаш ва бошқа математик амалларни бажариш учун мўлжалланган. Замонавий ОКлар схемотехник бажарилиши, параметрлари ва қўлланиш мақсади бўйича ажратилади.

Схемотехник бажарилиши бўйича кучайтиргичлар дифференциал ва инверс киришларли ОКларга бўлинади, бунда ОКлар сигналларни ҳам қайта ўзгартиришли, ҳам қайта ўзгартиришсиз бўлиши мумкин. ОКда сигналларни қайта ўзгартириш турли модуляция турлари (бир каррали, икки каррали, бошқарувчи генераторлар орқали) ёрдамида амалга оширилади.

ОКнинг барча памаметрлари бир неча синфларга бўлинади ва ҳар бир ОК тури фақат бир синфга таалуқли бўлган параметрларга эга бўлади, яъни ОКлар мавжуд параметрлари орқали махсулаштирилган.

Қўлланилиш соҳалари бўйича ОКлар умумий қўлланиладиган, махсус, прецизион, ўлчаш, тезкор, кенг оралиқли ва бошқа турларга ажратилади. Интеграл ОКлар ҳам кучланиш орқали бошқариладиган стабил кучланиш ва ўзгармас ток манбалари сифатида, ҳам кучланиш қайтаргичлари сифатида қўлланилади. Улар асосида турли интеграторлар, дифференциаторлар ва сумматорлар қурилади. Кўпайтириш, бўлиш, логорифмлаш, антилогорифмлаш, айириш схемалари ҳам интеграл ОКлар асосида қурилади. Турли функционал ўзгартиргичлар, сигналларни сиқиш схемалари, турли детекторлар, компараторлар, гармоник ва релаксацион генераторлар, гираторлар, актив филтьрлар интеграл ОКлар асосида бажарилади.

Электрон аппаратурани интеграл асосида қуришда интеграл ОКлар хоссаларидан самарали фойдаланиш учун уларнинг ички тузилишини, параметрларини ва характеристикаларини билиш зарур бўлади.

Операцион кучайтиргич (ОК) кучланиш бўйича сезиларли катта кучайтириш коэффицентили тўғридан-тўғри кучайтиришли кўп каскадли ўзгармас ток кучайтиргичи ҳисобланади.

ОКнинг авфзалликлари ОКга нисбатан турли функционал қурилмаларнинг кўрсаткичлари фақат ОК таркибига киритилган ва ОКнинг ўзига боғлиқ бўлмаган тескари алоқа занжирлари элементлари параметрлари орқали аниқланишидир.

Дастлаб ОК аналог ҳисоблаш машиналарида қўшиш, айириш, масштаблаш, дифференциялаш ва бошқа математик амалларни бажариш учун мўлжалланган. Замонавий ОКлар схемотехник бажарилиши, параметрлари ва қўлланиш мақсади бўйича ажратилади.

Схемотехник бажарилиши бўйича кучайтиргичлар дифференциал ва инверс киришларли ОКларга бўлинади, бунда ОКлар сигналларни ҳам қайта ўзгартиришли, ҳам қайта ўзгартиришсиз бўлиши мумкин. ОКда сигналларни қайта ўзгартириш турли модуляция турлари (бир каррали, икки каррали, бошқарувчи генераторлар орқали) ёрдамида амалга оширилади.

ОКнинг барча пааметрлари бир неча синфларга бўлинади ва ҳар бир ОК тури фақат бир синфга таалуқли бўлган параметрларга эга бўлади, яъни ОКлар мавжуд параметрлари орқали махсуслаштирилган.

Қўлланилиш соҳалари бўйича ОКлар умумий қўлланиладиган, махсус, прецизион, ўлчаш, тезкор, кенг оралиқли ва бошқа турларга ажратилади. Интеграл ОКлар ҳам кучланиш орқали бошқариладиган стабил кучланиш ва ўзгармас ток манбалари сифатида, ҳам кучланиш қайтаргичлари сифатида қўлланилади. Улар асосида турли интеграторлар, дифференциаторлар ва сумматорлар қурилади. Кўпайтириш, бўлиш, логорифмлаш, антилогорифмлаш, айириш схемалари ҳам интеграл ОКлар асосида қурилади. Турли функционал ўзгартиргичлар, сигналларни сиқиш схемалари, турли детекторлар, компараторлар, гармоник ва релаксацион генераторлар, гираторлар, актив филтрлар интеграл ОКлар асосида бажарилади.

Электрон аппаратурани интеграл асосида қуришда интеграл ОКлар хоссаларидан самарали фойдаланиш учун уларнинг ички тузилишини, параметрларини ва характеристикаларини билиш зарур бўлади.

Операцион кучайтиргичнинг асосий характеристикалари

ОКнинг асосий характеристикаларига қуйидагилар киради:

- чиқиш кучланишини тескари алоқасиз ОК дифференциал кириш кучланишига нисбатига тенг бўлган K_i кучланиш бўйича кучайтириш коэффицентили;

- синфаз сигналнинг сўндириш коэффициенти: $K_{с.с.с} = K_u / K_{uc}$, бу ерда K_{uc} – синфаз кириш кучланишига нисбатан кучланиш бўйича кучайтириш коэффициенти;
- $U_{чиқ} = 0$, (0,5 ... 15 мВ) бўлиши учун ОКнинг киришларидан бирига ёки дифференциал киришига берилиши лозим бўлган кучланишига тенг бўлган $U_{силж}$ нолни силжитиш кириш кучланиши;
- $U_{чиқ} = 0$ да ОК кириш занжиридан оқиб ўтадиган ўртача токка тенг бўлган $I_{силж}$ силжитиш кириш токи:

$$I_{силж} = (I_{силж}^+ + I_{силж}^-) / 2$$

- $\Delta U_{силж} / \Delta t$ (мкВ/С°) нолни силжитиш кучланиши температуравий дрейфи;
- кириш силжитиш токларининг фарқи:

$$\Delta I_{силж} = |I_{силж}^+ + I_{силж}^-|, U_{чиқ} = 0 \text{ бўлганида.}$$

- $S_{с.ш}$ чиқишдаги ўз шовқини кучланишининг спектрал зичлиги;
- дифференциал ва синфаз сигнал учун кириш қаршилиги (0,01 ... 1000 МОм);
- f_m бирлик кучайтириш частотаси, бу частотада ОК кучайтириш коэффициенти модули бирга тенг бўлади. Масалан, $|K(f)| = 1$ $f_m = 1000$ МГц бўлганида.

- тўғри бурчакли шаклдаги максимал кириш кучланиш импульси таъсир қилганида ОКнинг чиқиш кучланиш энг катта ўзгариши тезлигига тенг бўлган V_{\max} чиқиш кучланишининг ортиши тезлиги;
- чиқиш кучланишининг ўрнатилиш вақти:

$$t_{\text{ўрн}} = t_{0,9} - t_{0,1}$$

- чиқиш кучланиши ўзгариши чиқиш токи ўзгаришининг актив ташкил этувчисига нисбатига тенг бўлган $R_{чиқ}$ чиқиш қаршилиги, (1...500 Ом), (юкламанинг минимал қаршилиги);
- истеъмол токи ва қуввати. ОКлар рухсат этиладиган максимал параметрларига қуйидагилар киради:
- $U_{чиқ, \max}$ сигнални максимал (бузилишларсиз) мумкин бўлган чиқиш кучланиши:
- рухсат этиладиган максимал қувват тарқалиши;
- ишчи частота диапазони;
- максимал таъминот кучланиши;
- максимал кириш дифференциал кучланиши.

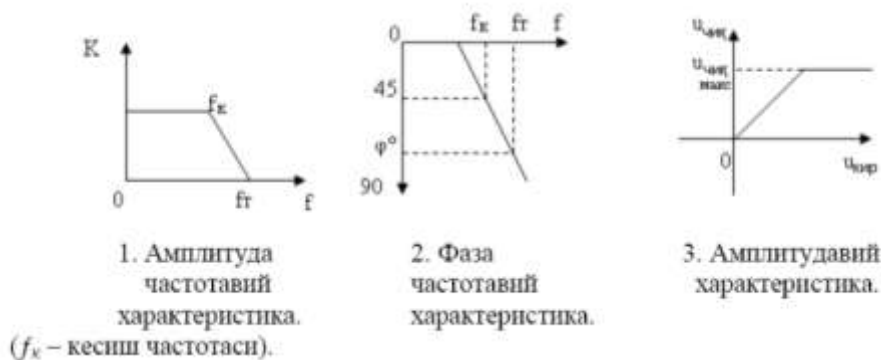
ОК таъминот кучланиши сифатида икки кутбли таъминот манбаи ишлатилади. Бу таъминот манбаининг ўрта чиқиши, қоидага кўра кириш ва чиқиш сигналлари учун умумий шина ҳисобланади ($E_m = \pm 3 \dots \pm 18 \text{ В}$).

ОКда қуйидаги чиқишларга эга:

- 1 – инверсламайдиган кириш;
- 2 – инверслайдиган кириш;
- 3 – чиқиш.

Шунингдек, кучайтиргич АЧХсининг талаб қилинадиган кўринишини шакллантирадиган частотавий коррекция ташқи занжирларини улаш учун чиқишларга эга бўлади.

ОКнинг характеристикалари 1- расмда келтирилган.



1-расм.

Турли функционал қурилмаларни қуриш учун операцион кучайтиргич қуйидаги талабларни қониқтириши керак:

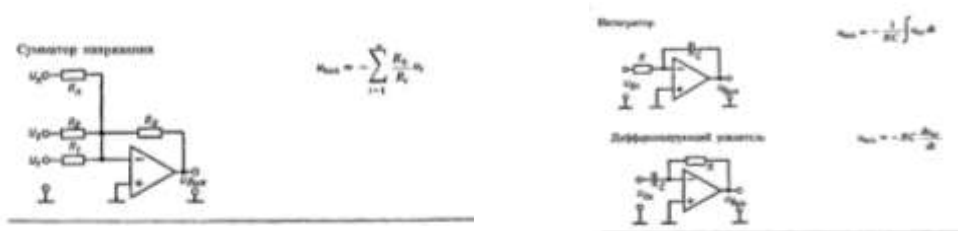
- кучланиш бўйича кучайтириш коэффиценти K_u чексизликка интилиши керак ($K_u \rightarrow \infty$);
- кириш қаршилиги чексизликка интилиши керак ($R_{кир} \rightarrow \infty$);
- чиқиш қаршилиги нолга интилиши керак ($R_{чиқ} \rightarrow 0$);
- агар $U_{кир} = 0$ бўлса, у ҳолда $U_{чиқ} = 0$ бўлиши керак;
- кучайтириладиган частоталар оралиғи чексиз бўлиши керак ($f_k \rightarrow \infty$).

Операцион кучайтиргичларнинг синфларга бўлиниши.

1. **Тезкор кенг оралиқли** ОКлар тез ўзгарадиган сигналларни ўзгартириш учун фойдаланилади. Олдинги фронтнинг ортиш тезлигининг максимал қиймати V_{\max} , минимал ўрнатиш вақти $t_{\text{ўрн}}$, максимал частота f_m орқали характерланади.
2. **Прецизион** (юқори аниқ) ОКлар юқори даражали шовқинли кичик электр сигналларни кучайтириш учун фойдаланилади. Кичик силжитиш

кучланиш $U_{силж}$, юқори кучайтириш коэффициенти K_u , синфаз сигнали сўндириш, юқори кириш қаршилиги $R_{кир}$, паст сатхли шовқин орқали характерланади ва кичик тезкорликка эга.

3. **Умумий қўлланиладиган** ОКлар параметрларнинг ўртача даражасига, юқори бўлмаган таннархга ва 1% келтирилган йиғинди хатоликка эга.
4. **Кичик кириш токини** ОКларда кириш каскади майдоний транзисторларда йиғилади ($I_{кир} \leq 100 \text{ мА}$).
5. **Кўп каналли** ОКлар умумий қўлланиладиган ОКлардаги параметрларга эга бўлади.
6. **Юқори қувватли** ОКларда чиқиш каскадлари юқори кучланишли элементларда йиғилади ($U_{чиқ} \geq 15 \text{ В}$, $I_{чиқ} = 100 \text{ мА}$).
7. **Кичик қувватли** ОКлар минимал истеъмол қувватларида ишлатилади (кутиш режимидаги автоном таъминот).



Назорат саволлари

1. Интеграл миқросхемалар деб нимага айтилади?
2. Кичик, катта ва ўта катта ИС лар деганда нимани тушунасиш?
3. Ярим ўтказгичли ИС лар нима?
4. Гибридли ИС нима?
5. ИС ларнинг афзаллиги нимадан иборат?
6. Интеграцияланиш даражаси нима?
7. Оператсион кучайтиргич нима?
8. Оператсион кучайтиргичларнинг “оператсион” дейилиш сабаби нима?
9. Қўлланиш сохалари бўйича ОК лар қандай турларга бўлинади?
10. ОК синфлари, Тезкор кенг ораликли ва презитсион синфларга таъриф беринг.
11. Юқори қувватли ва паст қувватли ОК ларга таъриф беринг

Маъруза №8. Оперцион кучайтиргичлар асосида аналог сигналларга ишлов берувчи қурилмалар

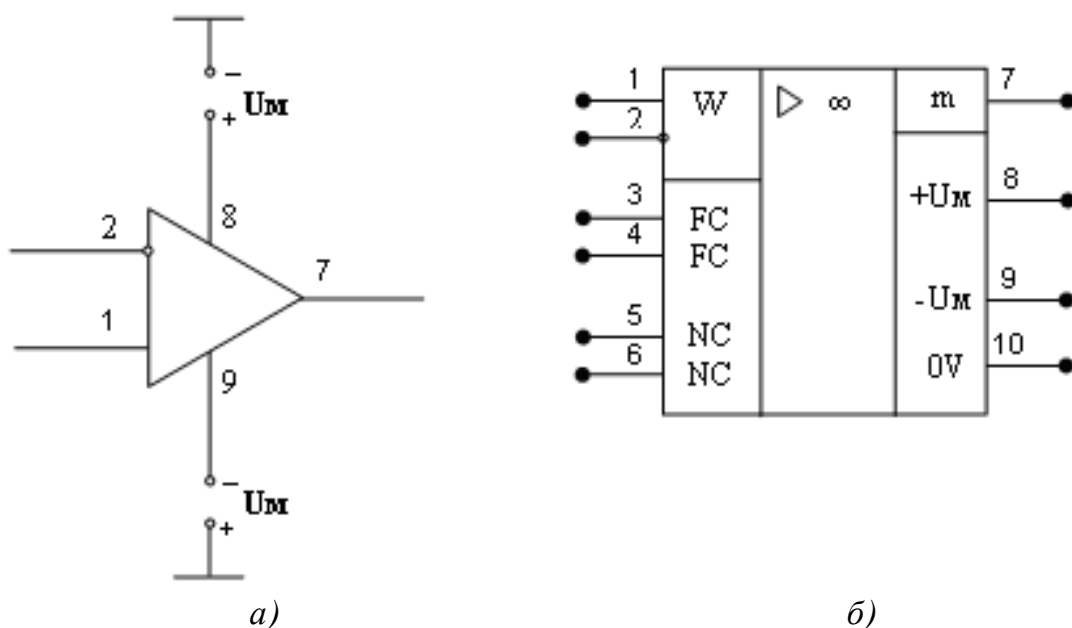
Режа :

1. ОК асосий уланиш схемалари.
2. идеал операцион кучайтиргич тушунчаси
3. ОКнинг дифференциал уланиши.
4. Айирувчи – кучайтиргич
5. ОКнинг инверс уланиши

Калит сўз : Кучайтиргич, идеал операцион кучайтиргич, дифференциал уланиши, айирувчи – кучайтиргич, импульс электрон қурилмалар

Умумий маълумотлар. Операцион кучайтиргич (ОК) – бу кучланиш бўйича юқори кучайтириш коэффиценти ($10^4 \div 10^6$), юқори кириш ($10^4 \div 10^7$ Ом) ва кичик чиқиш ($0,1 \div 1$ кОм) қаршиликларига эга бўлган ўзгармас ток кучайтиргичи. ОК иккита кириш ва битта чиқишга эга. Чиқиш ва киришдаги сигналларнинг кутбига кўра киришларнинг бири **инверслайдиган** (“-” ишораси билан белгиланади), иккинчиси – **инверсламайдиган** (“+” ишораси билан белгиланади) деб аталади.

ОКнинг шартли белгиси 1 а, б - расмда келтирилган. Манба қийматлари бир – бирига тенг, лекин умумий шинага нисбатан ишоралари тескари бўлган иккита манбадан таъминланади. Бу билан кириш сигнали мавжуд бўлмаганда чиқишда ноль потенциал таъминланади ва чиқишда ҳам мусбат, ҳам манфий сигнал олиш имконияти юзага келади. Реал ОКларда кучланиш манбаи қиймати $\pm 3 \text{ В} \div \pm 18 \text{ В}$ оралиғида ётади. Сигнал умумий шинага уланган симметрик сигнал манбаидан 1 ва 2 киришларга, ёки иккита алоҳида манбалардан узатилиши мумкин. Бу киришлардан бири инверслайдиган кириш ва умумий шинага, иккинчиси эса – инверсламайдиган кириш ва умумий шинага уланади.



1 – расм.

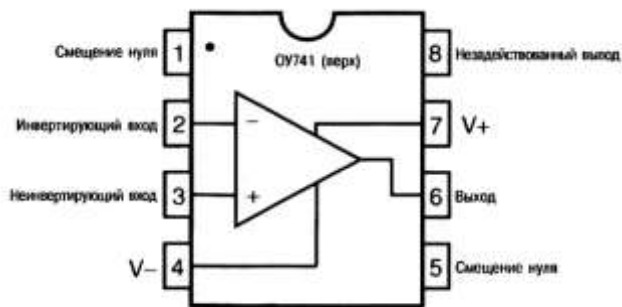


Рис. 7.1. Схема 8-выводного DIP-корпуса операционного усилителя 741.

Операцион кучайтиргичлар доим тескари алоқа занжирлари билан қамраб олинадган бўлади. Тескари алоқа занжири турига кўра ОК аналог сигналлар устидан турли амалларни (операцияларни) бажариши мумкин. Бундай амалларга йиғинди олиш, интеграллаш, дифференциаллаш, солиштириш, логарифмлаш ва бошқалар киради. Шунинг учун бундай кучайтиргичлар – **операцион** деб аталади.

ОК идеал кучайтиргич элемент ҳисобланади ва бутун аналог электрониканинг асосини ташкил этади. ОК етарлича мураккаб тузилмага эга бўлиб, ягона кристалл юзасида бажарилади ва бирваракайига кўп миқдорда ишлаб чиқарилади. Шунинг учун ОКни диод, транзистор ва х.з. каби электрон схемаларнинг содда элементи каби қараш мумкин. Ҳозирги кунда ОКларнинг юзлаб тури ишлаб чиқарилади, кичик ўлчамга эга ва жуда арзон ҳисобланади.

Катта кучайтириш олиш учун ОКлар икки ёки уч босқичли ўзгармас ток кучайтиргичлари асосида қурилади.

2 – расмда уч босқичли ОК тузилмаси келтирилган.



2 – расм.

ОК асосий уланиш схемалари.

ОКларда доим чизиқли ёки ноизиқли занжир кўринишидаги чуқур манфий тескари алоқа бажарилган бўлади. МТА хоссалари ОК асосида турли аналог ва импульс электрон қурулмалар яратиш имконини беради.

Бундай схемаларни ишлаш принципини тушуниш ва уларни тахминий таҳлил қилиш учун **идеал** операцион кучайтиргич тушунчаси киритилади. Идеал операцион кучайтиргич қуйидаги хоссаларга эга бўлади:

а) кучланиш бўйича чексиз катта дифференциал кучайтириш коэффициенти K_{UD} ;

б) ноль силжиш кучланишининг нольга тенглиги $U_{СИЛ}$, яъни кириш сигналлари бир – бирига тенг бўлганда, чиқиш кучланиши нольга тенг бўлади; демак, ОК кириш потенциаллари доим бир – бирига тенг;

в) кириш токлари нольга тенг;

г) чиқиш қаршилиги нольга тенг;

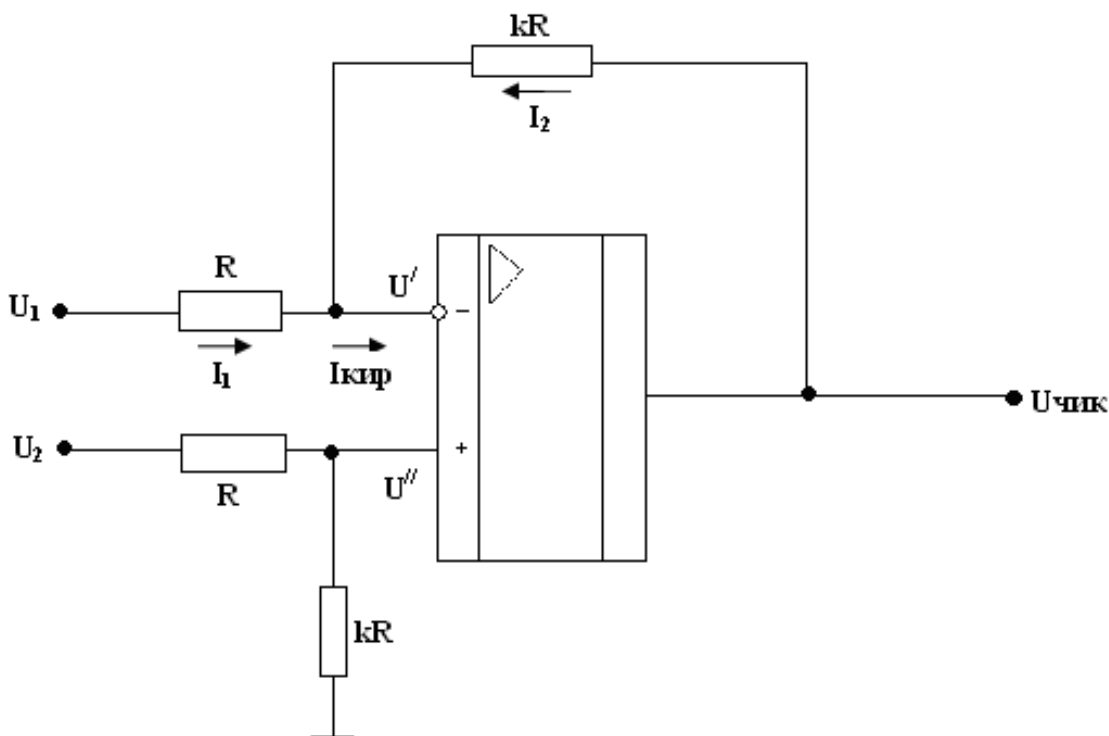
д) синфаз сигналларни кучайтириш коэффициенти нольга тенг.

ОКнинг дифференциал уланиши. 3-расмда ОКнинг дифференциал уланиш схемаси келтирилган. Кирхгоф қонунига биноан $I_1 + I_2 - I_{КИР} = 0$.

Бундан в) хосса $I_{КИР} = 0$ бўлса, у ҳолда $I_1 + I_2 = 0$.

$$I_1 = \frac{U_1 - U'}{R} \quad ; \quad I_2 = \frac{U_{ЧИК} - U''}{\kappa R} ;$$

$$\frac{U_1 - U'}{R} = \frac{U_{ЧИК} - U''}{\kappa R} ; \quad \kappa U_1 - U'' (\kappa + 1) = -U_{ЧИК}$$



3 – расм.

б) хоссага кўра $U' = U'' = U_2 \frac{\kappa}{\kappa + 1}$. Бу ердан $U_{ЧИК} = \kappa(U_2 - U_1)$.

Шундай қилиб, ОКнинг дифференциал уланиши натижасида юзага келган қурилма **айирувчи – кучайтиргич** ҳисобланади.

ОКнинг инверс уланиши. Инверс уланишда ОКнинг инверсламайдиган кириши умумий шина билан уланади (4 - расм). в) хосса натижасида $I_1 + I_2 = 0$. Кириш потенциаллари нольга тенг, демак

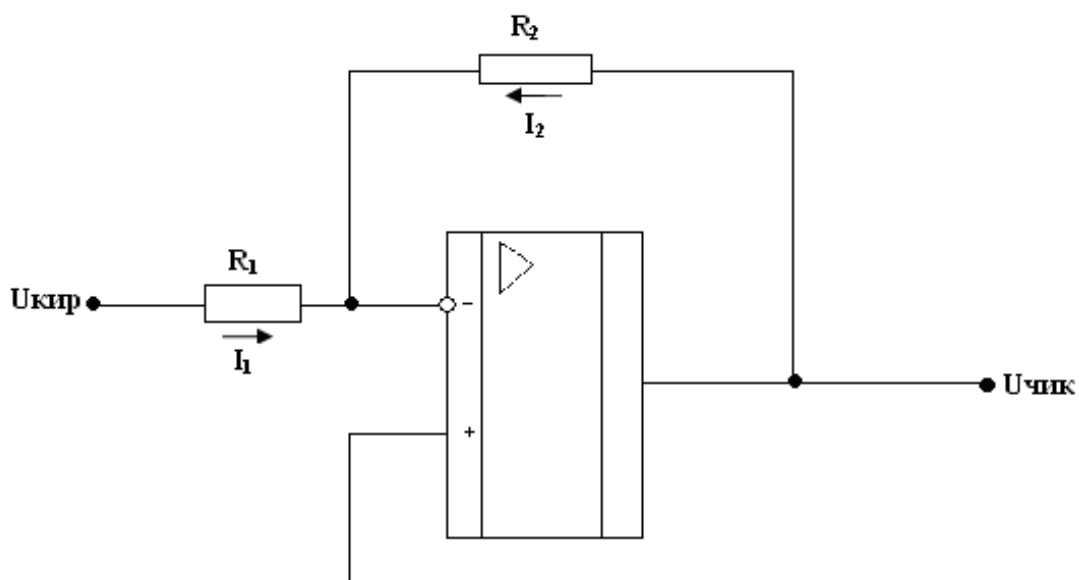
$$I_1 = \frac{U_{КИР}}{R_1} ; \quad I_2 = \frac{U_{ЧИК}}{R_2} ;$$

$$\kappa = \frac{U_{ЧИК}}{U_{КИР}} = -\frac{R_2}{R_1}$$

Реал ОК учун бу формуланинг қўлланилиши кучайтириш

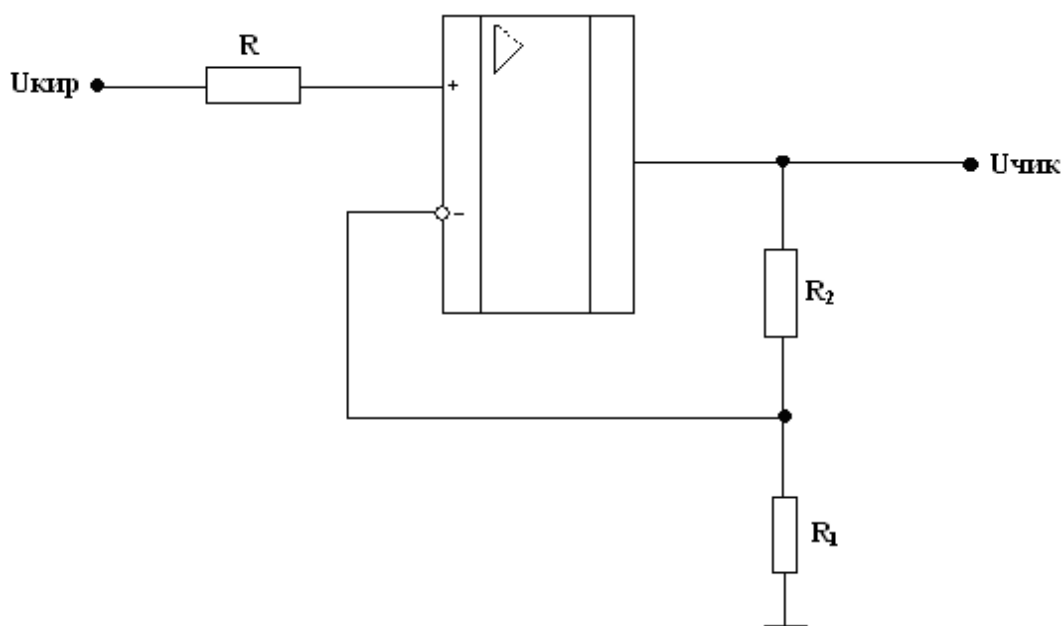
коэффициентини ҳисоблашда хатоликларга олиб келади. ОКнинг K_{UO} ва $R_{КИРО}$ қанча катта бўлса, бу формуладан фойдаланиш шунча кичик хатолик беради. Шундай қилиб, $K_{UO}=10^3$, $R_1=1$ кОм, $R_2=100$ кОм ва $R_{КИРО}=10$ кОм бўлса, кучайтириш коэффициентини аниқлашдаги хатолик 9 % ни ташкил этади, $K_{UO}=10^5$ (қолган катталиклар ўзгаришсиз) бўлганда - 0,1 % дан кичик.

Кучайтиргичнинг чиқиш кучланишлари киришга нисбатан тескари фазада бўлади. Бу схеманинг кучланиш бўйича кучайтириш коэффициенти резистор қаршилиқларининг нисбатларига боғлиқ равишда бирдан катта ҳам, кичик ҳам бўлиши мумкин ва деярли барқарор бўлади.



4 – расм.

ОКнинг инверсламайдиган уланиши. Инверслайдиган уланишда кириш сигнали ОКнинг инверсламайдиган киришига узатилади, инверслайдиган киришга эса R_1 ва R_2 бўлувчи резисторлар орқали кучайтиргич чиқишидан тескари алоқа сигнали узатилади (5 - расм).



5 – расм.

$$\frac{U_{КИР} - U'}{R} = 0, \quad U' = U'' = U_{ЧИК} \frac{R_1}{R_1 + R_2}.$$

Бу ердан $U_{ЧИК} = (1 + \frac{R_2}{R_1}) \cdot U_{КИР}$, яъни $\kappa = \frac{U_{ЧИК}}{U_{КИР}} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$.

Кўриниб турибдики, бу ерда чиқиш сигнали кириш сигнаliga синфаз. Агар ОК инверс кириш билан қисқа туташган бўлса, бу коэффициент бирга тенг бўлади. Бундай схемалар инверсламайдиган қайтаргичлар деб аталади ва ягона қобикда бажарилган бир неча кучайтиргич кўринишидаги алоҳида интеграл микросхемалар кўринишида бир варакайига ишлаб чиқарилади.

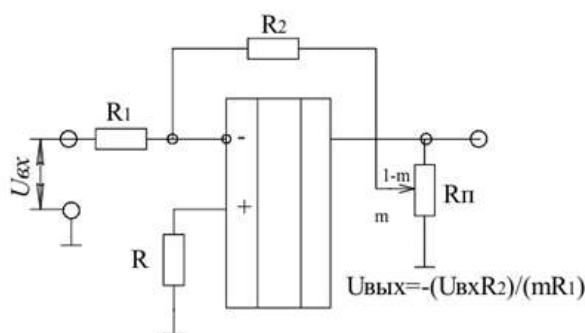
Қайтаргичда қўлланилаган ОК тури учун максимал кириш қаршилиги ва минимал чиқиш қаршилиги амалга оширилади. ОК асосидаги қайтаргич, ихтиёрий бирор қайтаргич каби (эммиттер ёки исток), мувофиқлаштирувчи босқич сифатида ишлатилади.

Операцион кучайтиргичларнинг ишлатилишидаги асосий хусусиятлари.

Операцион кучайтиргичлардан фойдаланишда асосан икки қутибли манбалар ишлатилади. Бу ҳолда қутиблар бўйича кучланишларнинг максимал фарқи 10 % дан ошмаслиги керак. Амалда ОКлар кучланишнинг жуда катта оралиғида ишларлари мумкин $U_n = (2 \div 8) В$

Одатда (паразит) турли халақитларни олдини олиш мақсадида манба қисмига ҳар хил сиғимли филтрлар қўйилади ва уларнинг катталиги тахминан (10 ÷ 68) пф ошмайди.

Амалда ОКлар **қисқа туташувдан** ички ҳимояланган бўлади, агар бу ҳимоя воситаси йўқ бўлса чиқиш занжирига кетма-кет $R_3 = 200 \text{ Ом}$ бу қаршилиқ қайта уланиш (обратной связи) занжирига кетмакет уланган бўлиб бу ҳол чиқиш қаршилигига ўзгартириш киритмайди.



ОКнинг Кучайтириш коэффициентини ўзгартириш схемаси

ОКларнинг кучайтириш коэффициентини R_1 ва R_2 қаршилиқларнинг ўз аро муносабатларини ўзгартириш ҳисобига амалга оширилади. Лекин бу йўл билан кучайтириш коэффициентини ўзгартириш кучайтиргични нотўғри ишлашига олиб келиши мумкин. Амалда кучайтириш

коэффициентини ўзгартириш учун юқорида келтирилган схемада кўрсатилган ўзгарувчан қаршилик орқали амалга оширилади.

Бу ерда кўриниб турибдики R_n қаршилик ёрдамида кечайтириш коэффициентини 0дан

$$K = \frac{R_2}{R_1}; U_{\text{вых}} = -\frac{U_{\text{вх}}}{m} \cdot \frac{\hat{R}_2}{R_1}.$$

гача ўзгартириш мумкин

Қўлланилиш сохалари бўйича ОКлар умумий қўлланиладиган, махсус, прецизион, улчаш, тезкор, кенг ораликли ва бонқа турларга ажратилади. Интеграл ОКлар ҳам кучланиш орқали бошқариладиган стабил кучланиш ва ўзгармас ток манбалари сифатида, ҳам кучланиш кайтаргичлари сифатида қўлланилади. Улар асосида турли **интеграторлар, дифференциаторлар ва сумматорлар** қурилади. **Кўпайтириш, бўлиш, логорифмлаш, антилогорифмлаш, айириш схемалари** ҳам интеграл ОКлар асосида қурилади. Турли функционал ўзгартиргичлар, сигналларни сиқиш схемалари, турли детекторлар, компараторлар, гармоник ва релаксацион генераторлар, гираторлар, актив филтрлар интеграл ОКлар асосида бажарилади.

Электрон аппаратуранинг интеграл асосида қуришда интеграл ОКлар хоссаларидан самарали фойдаланиш учун уларнинг ички тузилишини, параметрларини ва характеристикаларини билиш зарур булади.

Назорат саволлари

1. ОК деб нимага айтилади ?
2. ОК асосий функционал қисмлари қандай ?
3. Идеал ОКга таъриф беринг.
4. ОКнинг уч хил уланиш схемасини келтиринг.

Маъруза 9 таркиби Аналог ахборотга ишлов берувчи курилмалар. Интегралловчи ва дифференциалловчи курилмалар.

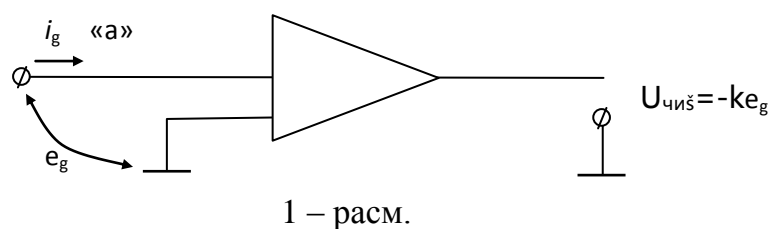
Режа :

1. Операцион кучайтиргич
2. Блоклардан интеграллаш ва дифференциаллаш блоклар
3. Сигналлар ва уларнинг турланиши
4. Ҳосилалавчи ОУ

ОКлари бир вақтнинг ўзида юқори кириш қаршилиги, катта кучайтириш коэффициентлари ва юқори тезкорликка эга. Бундай ОКларнинг ўзига хослиги шундаки, уларда ток бўйича жуда катта кучайтириш коэффициенти ($ft = 10^3 + 10^4$) га эга бўлган транзисторлар қўлланилган. Учинчи авлод интеграл ОКларига К140УД6 турдаги кучайтиргичлар киради. Тўртинчи авлод (махсус) ОКларининг баъзи параметрлари рекорд қийматларга эга. Уларга, масалан, кучланиш бўйича жуда катта кучайтириш коэффициенти ($K_v = 10^6$) га эга бўлган К152УД5 турдаги, чиқиш кучланишининг ортиш тезлиги юқори (75 В/мкс дан катта) бўлган К154УД2 турдаги ва кичик истеъмол токи ($0,5 \text{ мА}$ дан кам) га эга бўлган К140УД12 турдаги ОКлар киради.

ОК идеал кучайтиргич элемент ҳисобланади ва бутун аналог электрониканинг асосини ташкил этади. ОК етарлича мураккаб тузилмага эга бўлиб, ягона кристалл юзасида бажарилади ва бирваракайига кўп микдорда ишлаб чиқарилади. Шунинг учун ОКни диод, транзистор ва х.в. каби электрон схемаларнинг содда элементи каби қараш мумкин. Ҳозирги кунда ОКларнинг юзлаб тури ишлаб чиқарилади, кичик ўлчамга эга ва жуда арзон ҳисобланади.

ОК Амалий блоклар математик амалларни бажариш учун хизмат қилади. Улар қаторига жамлаш, интеграллаш, дифференциаллаш ва функционал ўзгартириш блоклари киради. Кўпчилик амалий блокларнинг асосий элементи амалий кучайтиргич ёки **операцион** кучайтиргич (ОК) (1-расм) бўлиб, у электр кучланишни кучайтиради ва қуйидаги хусусиятларга эга бўлади:



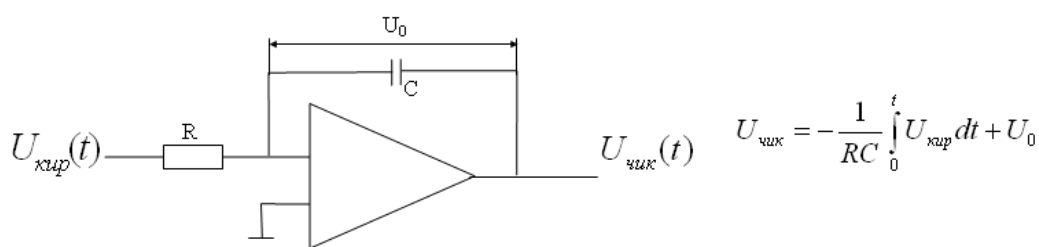
1. ОКнинг кучланиш бўйича кучайтириш коэффициенти жуда каттадир ($k \geq 4 \cdot 10^4$).

2. ОК нинг кириш ва чиқиш йўлидаги кучланишларнинг ишораси ҳар хилдир.
3. ОК нинг чиқиш йўлидаги кучланиш $\pm 100\text{В}$ дан ошмаслиги шарт (бу МН-7М типли машинаси учун).
4. ОК нинг кириш йўлидаги кучланиши e_g ва токи i_g деярли нолга тенг.

Қуйида биз энг кўп ишлатиладиган амалий блоклардан *интеграллаш* ва *дифференциаллаш* блоклари билан танишамиз.

Интеграторнинг электрик (а) структуравий (б) схемалари 2-расмда кўрсатилган. Бу ерда $m=1/RC$ - интеграторнинг узатиш коэффициенти, U_0 - интеграллаш доимийси, $y(0)$ - интегратор чиқиш йўлидаги ўзгарувчининг бошланғич қиймати.

а)

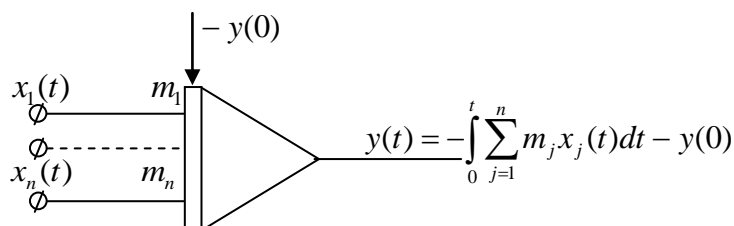


б)



2 - расм

Умумий ҳолда, n та кириш йўлига эга бўлган интегратор, интеграллаш амали билан биргаликда жамлаш амалини ҳам бажаради ва *интегралловчи жамлагич* (интегрожамлагич) деб аталади (3 - расм).



3 - расм

Агарда жамлагичда биттагина кириш йсели бселиб, унинг узатиш коэффициенти 1 га тенг ($\alpha=1$) бселса, бундай жамлагич *инвертор* деб аталади. Инвертор фаъатгина кириш йселидаги сезгарувчи X нинг ишорасини чиъиш йселида сезгартириб беришга хизмат йилади.

Дифференциалловчи кучайтиргичнинг чиқишидаги кучланиш унинг киришларидаги кучланишлар фарқига пропорционал бўлади. Суперпозиция усулидан фойдаланиб кириш сигналларининг ҳар бири таъсирини қуйидагича ёзиш мумкин. Берилаётган сигналлар учун U_1 ва $U_2 = 0$

$$U_{01} = - \frac{R_F U_1}{R_1} .$$

$$U_{02} = - \frac{R_F U_2}{R_1} .$$

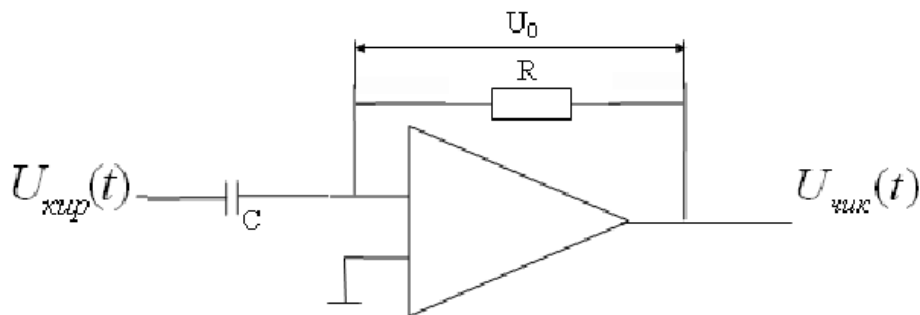
Чиқиш сигнали U_0 кириш сигналларининг йигиндисидан иборат бўлади.

$$U_0 = U_{01} + U_{02} = (U_2 - U_1) \frac{R_F}{R_1} .$$

Синфаз ва дифференциаль сигналлар. Сигналлар дифференциаль кучайтиргичнинг чиқишида синфазную ва дифференциаль компонентлардан иборат бўлади. Синфаз сигналнинг кучланиши қуйидагига тенг $U_c = (U_1 + U_2)/2$, а дифференциаль сигналники эса $U_d = U_1 - U_2$, бу ерда U_1 ва U_2 – кириш сигналлари.

В идеале усилитель работает от дифференциального сигнала, однако и синфазный сигнал усиливается в некоторой степени. Коэффициент режекции синфазного сигнала определяется отношением коэффициента усиления дифференциального сигнала к коэффициенту усиления синфазного сигнала и является важным параметром ОУ. Чем выше коэффициент режекции, тем лучше параметры ОУ.

Ҳосилалавчи ОУ схема (4 расм) интеграллашни тескариси деса бўлади. ОУ чиқишидаги кучланиш кириш кучланишининг ўзгариш тезлигига пропорционалдир. Эътибор беринг ОУ нинг кириши конденсатор орқали уланган тескари алоқа занжирида эса қаршилиқ уланган. Дифференциалловчи ОУ учун асосий тенгламани қуйидагича ёзиш мумкин



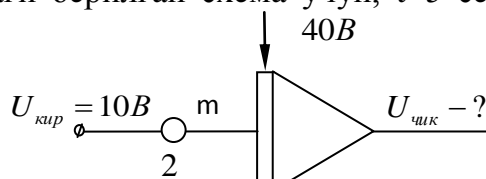
4 – расм

$$u_0 = -RC \frac{du_1}{dt},$$

или

$$u_0 = -RC \frac{\Delta u_1}{\Delta t}.$$

Мисол. Қуйидаги берилган схема учун, $t=5$ секунддан кейинги $U_{чик}$ нинг қиймати аниқлансин.



$$\text{Ечиш: } U_{чик} = -\int_0^t k U_{кир} dt + U_0 = -\int_0^5 2 \cdot 10 \cdot dt + 40 = -2 \cdot 10 \cdot 5 + 40 = -60В$$

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Операцией кучайтиргич деб нимага айтилади?
2. Идеал кучайтиргич хусусиятларини санаб ўтинг
3. ОКлар ривожланишнинг уч босқичи нималардан иборат
4. Интегралловчи жамлагичнинг таркиби ва хусусиятлари.
5. Инвертор нима?
6. Дифференциальловчи кучайтиргич нима?
7. Интегралловчи жамлагичнинг узатиш коэффициенти қандай ўрнатилади?
8. Интеграллаш доимийси деганда нимани тушинасиз?
9. Жамлагичнинг узатиш коэффициенти қандай ўрнатилади?
10. Ҳосилалавчи ОУ таркиби ва хусусиятлари.

Маъруза 10. Тебранишлар генераторлари. Оперцион кучайтиргичларда асосида ишловчи сигнал генераторлари

Режа:

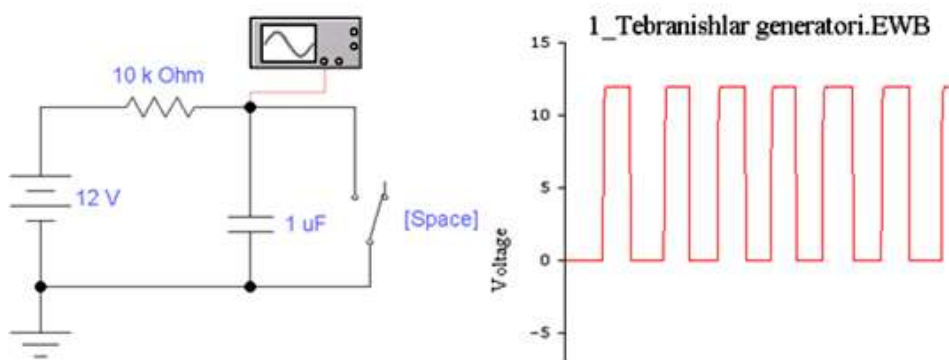
1. тебранишлар генераторлари
2. импульслар манбаси
3. релаксацион генераторлар
4. шмидт триггери

Калит сузлар: Тебраниш, генератор, импульс, релаксацион генераторлар, шмидт триггери, релаксацион генераторлар,

Тебранишлар генераторлари кўплаб электрон қурилмаларнинг таркибий қисми ҳисобланади. Масалан, улар ўлчов қурилмаларида (рақамли мультиметрлар, осциллографлар), технологик жараёнларни ўлчашда, компьютер ва унинг ташқи қурилмаларида, ҳар қандай рақамли приборда (ҳисоблагич, таймер, калькулятор) ва бошқаларда ишлатилади.

Қўлланилиши бўйича тебранишлар генераторларидан мунтазам импульслар манбаси (рақамли тизимларда "соат"), таянч вақт интервали (частота ўлчагичларда), ростланувчи генератор (тарқатгич ва қабул қилгичларнинг гетеродинларида), маълум шаклдаги тебранишлар генератори (осциллографларда) ва бошқалар сифатида фойдаланилади.

Энг содда генераторни қуйидаги йўл билан ҳосил қилиш мумкин: конденсатор резистор (ёки ток манбаси) орқали зарядланади, конденсатордаги кучланиш маълум қийматга етганда разрядланади ва бундай цикл даврий равишда такрорланади. Буни EWB дастурида текшириб кўриш мумкин (1-расм). Схема йиғилиб ишга туширилгандан кейин пробел клавишасини даврий равишда босилса тебранишлар ҳосил бўлади.



1-расм. Тебранишлар генератори

Тебранишларни таъминлаш манбасининг кутбларини даврий равишда алмаштириш йўли билан ҳам ҳосил қилиш мумкин. Бундай йўл билан бажарилган генераторларга «релаксацион генераторлар» деб аталади. Улар

сода, арзон ва мукамал лойиҳаланганда частота бўйича қониқарли стабилликка эга бўлиши мумкин.

Релаксацион генераторларни тайёрлаш учун манфий қаршиликка эга бўлган приборлардан (масалан, бир ўтишли транзисторлар ва неон лампалар) фойдаланилган, ҳозирги вақтда эса, афзалликларга эга бўлганлиги учун, операцион кучайтиргичлар ёки махсус интеграл схемалар ишлатилади.

Шмидт триггери асосида бажарилган релаксацион генератор

Релаксацион генератор дейилишига асосий сабаб операцион кучайтиргич риал вақт давомида узиб-уловчи режимда ишлашидир. Бундай генераторларга автоколебатель ва кутувчи мультивибраторлар, аррасимон, учбурчак ва бошқа кўринишдаги сигналларни ҳосил қилувчи генераторлар киради. Операцион кучайтиргичларда ясалган релаксацион генераторнинг асосини *компаратор режимида ишловчи Шмитта триггери ташиқил қилади.*

"Шмидт триггерлари" деб аталувчи электрон схемаларнинг ўзига хос хусусияти уларнинг узатиш характеристикасида (яъни чиқиш ва кириш сигналлари орасидаги боғланишда) гистерезис ҳалқасининг мавжудлигидир (2-расм а,б).

Компараторнинг ўтиш характеристикаси гистерезис кўринишида бўлиб унинг кенглиги остона кучланишидан икки баробар катта бўлади $2V_{TH}$, Рис 2а учун

$$V_{TH} = V_M \frac{R_1}{R_2} \quad (1)$$

Рис. 2б учун

$$V_{TH} = V_M \frac{R_1}{R_1 + R_2} \quad (2)$$

Бу ерда V_M — чиқишнинг максималъ кучланиши (напряжение ограничения или насыщения).

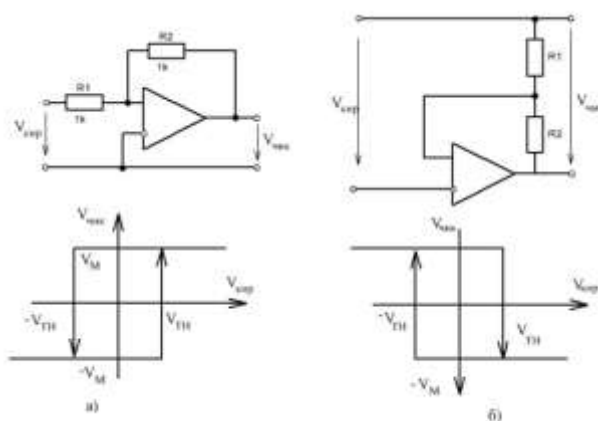
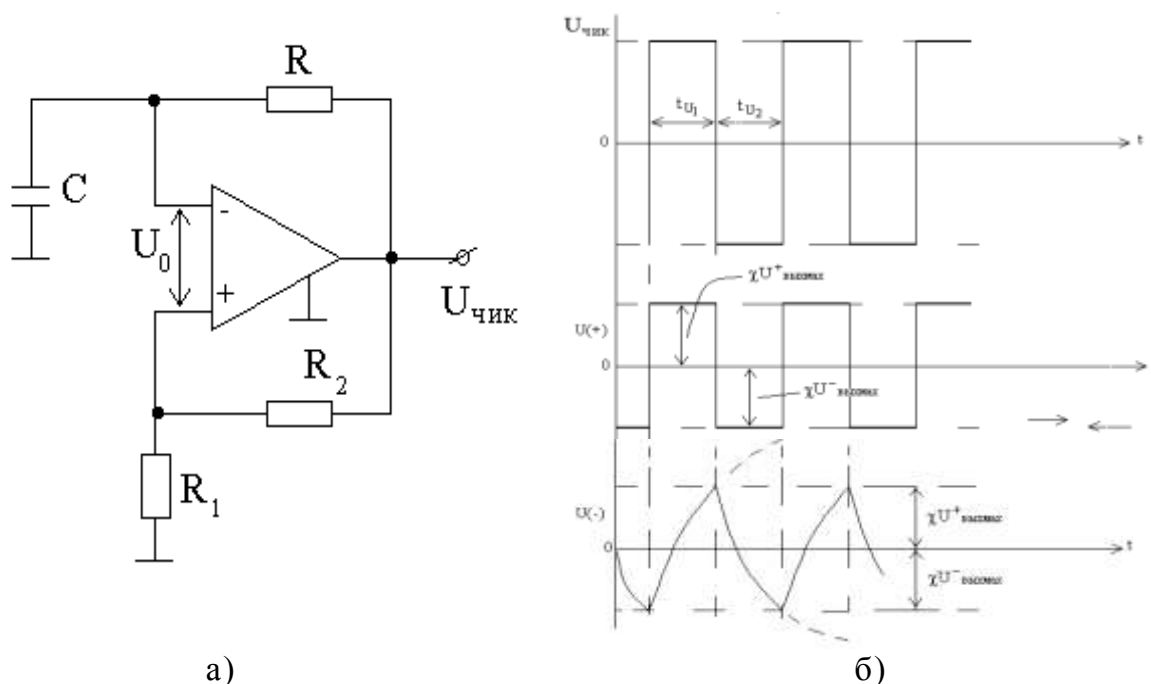


Рис.2. Триггер Шмитта

а — неинвертирующий, б — инвертирующий

Гистерезис ҳалқаси ҳосил бўлиши учун кучайтиргич мусбат тескари алоқага эга бўлиши керак (2 а -расм). Схемادا мусбат тескари алоқа R1 ва R2 қаршиликлар ёрдамида ҳосил қилинган. Гистерезис ҳалқасининг кенглиги ушбу қаршиликларнинг нисбатига боғлиқ.

Агар операцион кучайтиргичнинг мусбат ва манфий чиқиш кучланишлари соҳаларидаги тўйиниш кучланишлари тенг бўлса (амалда шундай) гистрезис ҳалқаси симметрик бўлади (2-расм).



Расм 5

Амалий кучайтиргич асосидаги симметрик ўз - ўзидан тебранувчи мултивибратор схемаси расм 5,а да келтирилган. Унинг асосини амалий кучайтиргич асосидаги кампаратор ташкил этади. Ўз - ўзидан тебранувчи режим инверторловчи киришга C конденсатор ва R резисторлардан иборат вақт топширувчи занжирни киритиш билан амалга оширилади. Схеманинг ишлаш тамойилини расм 5,б да келтирилган вақт диаграммалари тушунтиради.

Фараз қилайлик, t_1 вақтигача амалий кучайтиргич киришлари ўртасидаги кучланиш $U_0 > 0$. Бунга амалий кучайтиргич чиқишидаги кучланиш $U_{чик} = -U_{чик\max}$ ва унинг ноинвертирловчи киришидаги кучланиш

$$U(+)= -\chi U_{чик\max}, \text{ бу ерда}$$

$\chi = R_1 / (R_1+R_2)$. - мусбат тескари боғланиш занжирининг чуқурлиги.

Схема чиқишида - $U_{чик\max}$ мавжудлиги C конденсатор R резистор орқали зарядланишини таъминлайди.

t_1 вақтида амалий кучайтиргичнинг инвертирловчи киришидаги экспоненциал ўзгарувчи кучланиши ноинвертирловчи киришдаги

кучланиш сатхи - $\chi U_{\text{чик мак}}$ га етади. U_0 кучланиш нолга тенг бўлади, бу ўз навбатида амалий кучайтиргич чиқишдаги кучланишнинг кутбини ўзгартиради: $U_{\text{чик}} = U_{\text{чик мак}}^+$. $U(+)$ кучланиши ишорасини ўзгартиради ва $\chi U_{\text{чик мак}}^+$ қийматига эга бўлади, бу $U_0 < 0$ ва $U_{\text{чик}} = U_{\text{чик мак}}^+$ га мос келади.

t_1 вақтидан бошлаб конденсатор - $\chi U_{\text{чик мак}}^-$ кучланиш сатҳидан қайта зарядланади. Конденсатор R резисторли занжирда $+U_{\text{чик мак}}^+$ сатҳгача зарядланишга интилади. t_2 вақтида конденсатор кучланиши $\chi U_{\text{чик мак}}^+$ қийматга етади. U_0 кучланиши нолга тенг бўлади, бу амалий кучайтиргични қарама - қарши ҳолатга қайта улайди. Кейин схемадаги жараён қайтарилади.

Симметрик мултивибратор частотаси деб қабул қилинса

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{t_{u_1} + t_{u_2}}$$

$$t_u = \tau \ln \frac{\chi U_{\text{чикмак}}^- + U_{\text{чикмак}}^+}{U_{\text{чикмак}}^+ - \chi U_{\text{чикмак}}^-} \text{ ва}$$

$$f = \frac{1}{2\tau \ln \frac{\chi U_{\text{чикмак}}^- + U_{\text{чикмак}}^+}{U_{\text{чикмак}}^+ - \chi U_{\text{чикмак}}^-}};$$

$$U_{\text{чик мак}}^+ = U_{\text{чик мак}}^-$$

$$t_u = \tau \ln\left(1 + \frac{2R_1}{R_2}\right)$$

$$f = \frac{1}{2\tau \ln\left(1 + \frac{2R_1}{R_2}\right)}$$

Ёки релаксацион генераторнинг генерация частотасини қуйидаги ифодадан аниқлаш мумкин

$$f = \frac{1}{2RC \ln\left(1 + \frac{2R_1}{R_2}\right)}$$

Генерация частотаси операцион кучайтиргичнинг таъминлаш ва тўйиниш кучланишларига боғлиқ бўлмаслиги сабабли ҳосил қилинадиган тебранишлар юқори барқарорликка эга бўлади.

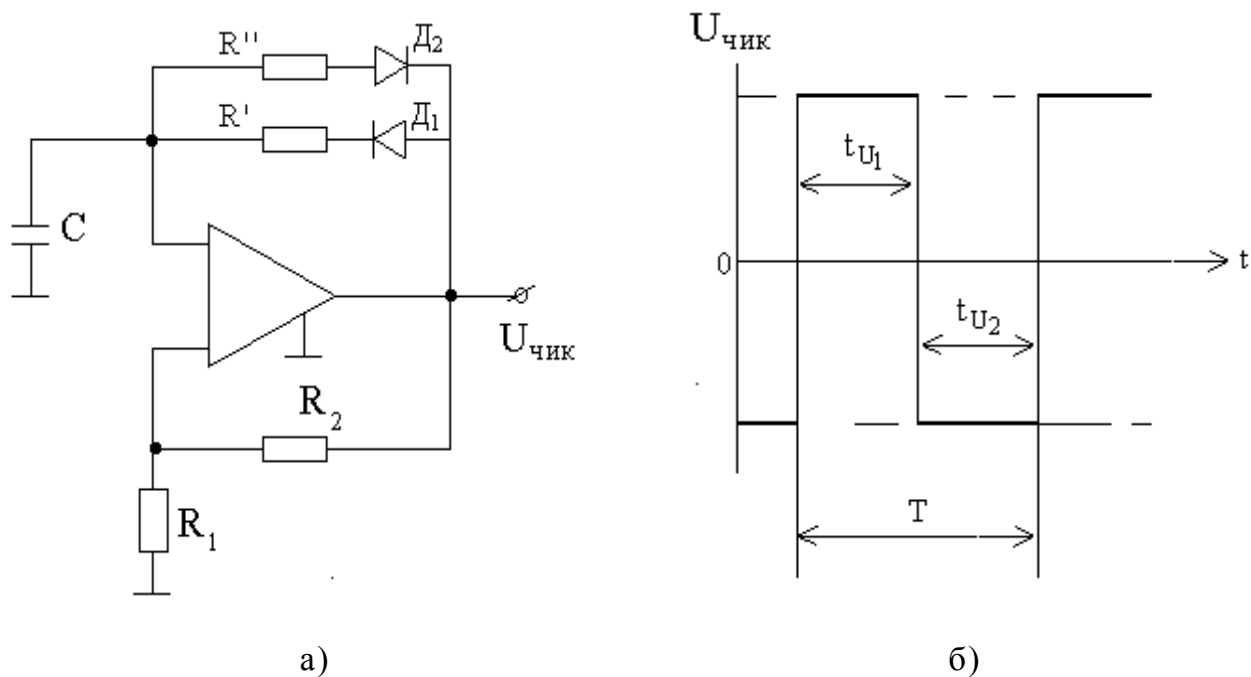
Амалий кучайтиргич асосидаги **носимметрик мултивибратор** схемаси расм 6 да келтирилган. Келтирилган схема учун $t_{u1} \neq t_{u2}$

Носимметрик ишлаш режимини ярим даврлар бўйича вақт белгиловчи занжирларнинг бир хил бўлмаган вақт доимийликлари таъминлайди.

Схемада бу R резистор ўрнига иккита резистор ва диоддан иборат бўлган параллел тармоқларни улаш билан эришилади. D_1 диоди чиқиш кучланишининг мусбат ярим тўлқинда очик, D_2 эса - манфий ярим тўлқинда. Биринчи ҳолатда $\tau_1 = CR'$, иккинчи ҳолатда $\tau_2 = CR''$. Импулслар вақт давомийлиги

$$T_{U1} = \tau_1 \ln\left(1 + \frac{2R_1}{R_2}\right)$$

$$t_{U2} = \tau_2 \ln(1 + 2R_1 / R_2)$$



б. – расм

Узатиш коэффиценти ва қаршилиқлар қийматларини танлашга операцион кучайтиргични чегаравий мумкин бўлган ишлаш режимлари чеклаш киритади. Масалан, χ ни танлашда амалий кучайтиргичнинг дифференциал кириши буйича мумкин булган максимал кучланиш қиймати $U_{o \text{ макс}}$ инобатга олинади. Амалий кучайтиргичнинг инвертирловчи ва ноинвертирловчи киришларидаги кучланиш $\chi U_{\text{чик макс}}^{\pm}$ булган вақт да, дифференциал кириш буйича максимал кучланиш $U_{o \text{ макс}}$ қиймати $2U_{\text{чик макс}}^{\pm}$ га мос келади. Бундан келиб чиққан ҳолда.

$$\chi \leq U_{o \text{ макс}} / (2U_{\text{чик макс}}^{\pm}).$$

Агар амалий кучайтиргични таъминлаш кучланиши $E_{к1} = E_{к2} = E_{к}$ ва $U_{\text{чик макс}}^+ = U_{\text{чик макс}}^- = E_{к}$ булса, χ куйидаги шартдан келиб чиққан ҳолда танланади.

$$\chi \leq \frac{U_{o \text{ макс}}}{2E_{к}}$$

R , R_1 , R_2 қаршилиқлар максимал мумкин бўлган $I_{\text{чик макс}}$ ток ҳисобига олган ҳолда танланади. Амалий кучайтиргичнинг чиқиш токи учта ташкил этувчилардан ҳосил бўлади: юклама токи $U_{\text{чик}} / R_{\text{ю}}$, ноинвертирловчи кириш буйича тескари боғланиш токи $U_{\text{чик}} / (R_1 + R_2)$ ва инвертирловчи кириш буйича тескари боғланиш токи $(U_{\text{чик}} - U_c) / R$

$$E_{к} \left(\frac{1}{R_{\text{ю}}} + \frac{1}{R_1 + R_2} + \frac{1 + \chi}{R} \right) \leq I_{\text{чик макс}}$$

R , R_1 қаршилиқларнинг максимал қиймати буйича чеклаш амалий кучайтиргич $R_{\text{кир}}$ кириш қаршилиги ностабиллигини чиқиш импулслар давомийлигига ва мултивибратор частотасига таъсирини камайтириш учун киритилади. Бундан келиб чиққан ҳолда R ва R_1 қаршилиқлар амалий кучайтиргичнинг кириш қаршилигидан 3-5 мартаба кам қилиб танланади.

Генерацияланаётган импулслар fronti давомийлиги кириш сигналининг юқори сатҳи билан бошқарилгандаги амалий кучайтиргични қайта уланиш вақти билан аниқланади. Эришилаётган фронтлар давомийлиги қўлланилаётган амалий кучайтиргич турига боғлиқ ва 0.5 мксек.дан катта бўлмайди.

Назорат саволлари

- 1. Ўз-ўзидан тебранувчи мултивибраторнинг ишлаш тамойилини тушунтиринг.*
- 2. Мултивибратор схемасидаги конденсатор вазифаси нимадан иборат?*
- 3. Амалий кучайтиргич асосидаги ўз-ўзидан тебранувчи мултивибраторнинг ишлаш тамойилини тушунтиринг.*
- 4. Амалий кучайтиргич асосидаги мултивибраторнинг вақт диаграммаларини тушунтиринг.*
- 5. носимметрик мултивибраторсхемасини келтиринг ва ишлаш тамойилини тушунтиринг?*

Маъруза 11. Амалий кучайтиргичлар асосида ишловчи ўлчов қурилмалари

Режа:

1. Кичик сигналли датчиклар
2. Инструментал кучайтиргич
3. Ўлчовчи кучайтиргичнинг схемаси
4. INA 101 - инструментал кучайтиргичи (Burr-Brown)

Калит сузлар: кичик сигналли датчиклар, инструментал кучайтиргичлар, ўлчовчи кучайтиргич.

Бизга маълумки функционал электрниканинг асосий йўналишларидан бири бу *кичик сигналли датчиклар* билан ишлаш ҳисобланади. Ҳар хил физикавий катталикларни электр сигналига ўзгартирувчи термоэлектрик, пиезоэлектрик, тензометрик ионизация датчиклари, биопотенциаллар шунга киради. Токнинг кичик қийматлари: 10^{-18} дан 10^{-5} Ампергача, кучланишларники: 10^{-10} дан 10^{-5} вольтгача, электр миқдориники: 10^{-12} дан 10^{-5} кулонгача ҳисобланади. Асосан частотаси 1 Гц дан паст кичик сигналлар ўлчанади.

Ўлчаниши керак бўлган сигналларни кучайтириш учун ишлатиладиган, аниқ ўрнатилган кучайтиришга эга ва бу кучайтириш коэффиценти 1 дан 10 000 гача ва ундан ҳам юқори бўлган маҳсус кучайтиргичлар *инструментал кучайтиргич деб аталади*. Бу кучайтиргичларнинг схематик тузилиши кўп ҳолларда электрометрик киришли айирувчи кучайтиргичдан иборат бўлади. Бу кучайтиргичнинг интеграл схемасида амалий кучайтиргич билан бирга унинг кучайтиргич коэффиценти ва частота характеристикасини аниқ белгилаб берувчи бошқа элементлар мавжуд бўлиб, ундан ўлчаш вазифасини бажарадиган кучайтиргич модулини яратиш учун кам ташқи элементлар талаб этилади. Инструментал кучайтиргичларда мавжуд бўлган сигнални нолдан силжитадиган силжиш кучланишини компенсация қилиш потенциометр ёрдамида амалга оширилади. Кучланиш коэффицентини аниқ ўрнатиш резисторларни танлаш ёки кўприк схемасини ишлатиш билан амалга ошириладиган бўлса, бу кучайтиргичда потенциометр ёрдамида осон ҳал қилиниши мумкин. Сигнални ўлчаш нуқталарига уланиши икки терминал воситасида бажарилади.

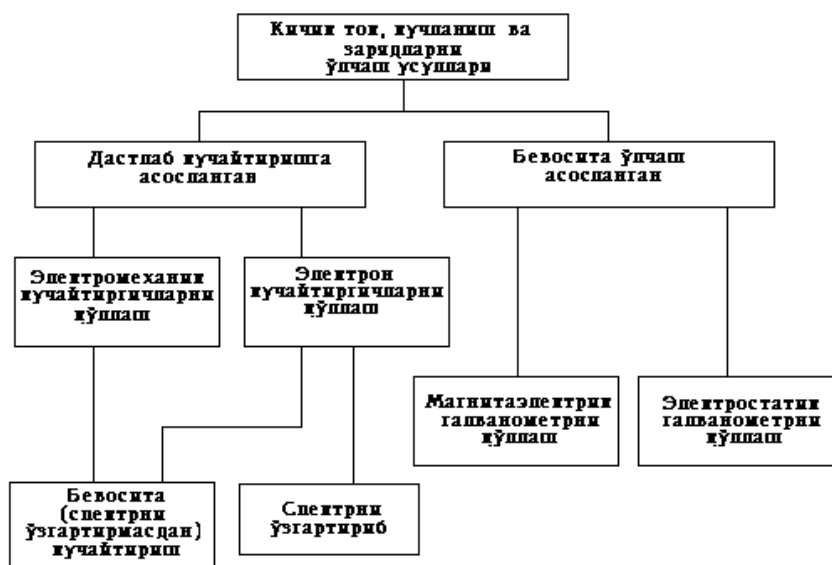
Кучайтиргичларни метрология масалаларида ишлатиш учун улар қуйидаги характеристикаларга эга бўлишлари керак:

- кириш қаршилиги катта

- силжиш кучланишининг қиймати кичик
- силжиш кучланишининг температура коэффиценти кичик
- юқори чизиклилик
- стабил кучайтириш коэффиценти
- чиқиш қаршилиги кичик

Кичик сигналларни ўлчаш усуллари кўпи ўлчанаётган сигнални дастлаб кучайтириб олишга асосланган. Бунда фотогалрванометрик (электромеханик) ва электрон (спектрни ўзгартирмасдан ва ёки ўзгартириб) кучайтиргичлар ишлатилади. Кичик сигнални ўлчашдаги асосий тўсиқлар ўлчов асбобининг *ички шовқинлари ва ташқи халақитлар* ҳисобланади.

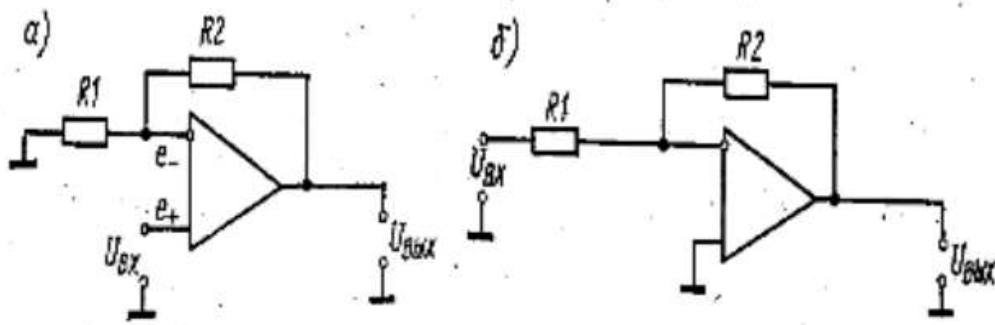
Кичик тоқлар, кучланишлар ва зарядларни ўлчашда қўлланиладиган усулларнинг синфланиши қуйида келтирилган.



Маолумки, хатоликни камайтиришнинг асосий йўлларида бири – кириш ва чиқишлар орасига манфий тескари алоқа киритишдир.

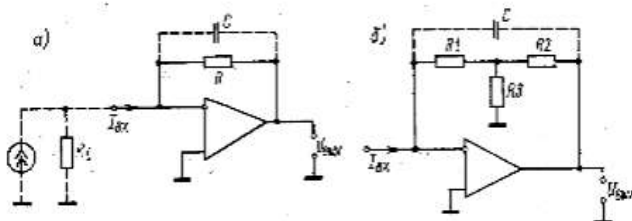
Бундай алоқани фақат амалий кучайтиргичларни қўллаб киритиш мумкин. Кучайтиргич ва тескари алоқа занжирдан ташкил топган ёпиқ контур катта кучайтириш коэффицентига эга бўлса, кучайтириш коэффицентининг аниқлиги бутунлай тескари алоқанинг аниқлиги билан белгиланади. Муайян тескари алоқалар ёрдамида керакли кириш ва чиқиш қаршиликларининг қийматлари ҳам таъминланади. *Ўлчаш асбоби ўлчанаётган обьектга иложли борича кам таъсир қилиши учун унинг кириш қаршилиги кучланишни ўлчашда катта, тоқни ёки зарядни ўлчашда эса кичик қийматларга эга бўлиши таоминланади.* Кичик чиқиш қаршилиги, одатда, кейинги ўзгартиргичларнинг иши қулай ва самарадор бўлишлиги учун керак.

Кучланишни кучайтириш учун қуйидаги чизмалардан фойдаланилади:



Бу ерда Амалий(операцион) кучайтиргичлар (ОК)дан фойдаланилган. Амалий кучайтиргичлар ўзгармас ток кучайтиргичи ҳисоблансада, ўзгарувчан тоқларни ҳам (частотаси бир неча юз килогерцгача бўлган) кучайтириш учун хизмат қилиши мумкин. Бундай кучайтиргичлар кеима-кет ёки параллел усулларда қулланилиши мумкин. Умуман олганда ОК лар ярим ўтказгичли, лампали ёки фотогальванометрик бўлиши мумкин. Уларнинг кириш қаршилиги катта, кучланишни кучайтириш коэффициенти баланд ва шовқинлари кам бўлишлари керак.

Амплитда-частотавий характеристикасининг чизиқли қисмида ишлаётган операцион кучайтиргичнинг



а) кетма – кет кучайтиргич кўрсатилган чизма учун қуйидаги муносабатлар ўринли:

$$\frac{U_{чик}}{U_{кир}} = \left(\frac{R_2}{R_1} + 1 \right) \left(\frac{1}{1 + \frac{1}{k\beta}} \right); R_{кир} \approx r_{кир} (k\beta + 1)$$

б) параллел кучайтиргич кўрсатилган чизма учун:

$$\frac{U_{чик}}{U_{кир}} = \frac{R_2}{R_1} \left(\frac{1}{1 + \frac{1}{k\beta}} \right); R_{кир} \approx R_1 + R_2 (k + 1)$$

Бу ерда $U_{\text{кир}}$ ва $U_{\text{чик}}$ лар – кириш ва чиқиш кучланишлари,

$R_{\text{кир}}$ – кучайтиргичнинг кириш қаршилиги,

$r_{\text{кир}}$ – операцион кучайтиргичнинг хусусий кириш қаршилиги,

$$\beta = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \quad \text{- тескари алоқа коэффиценти}$$

k – операцион кучайтиргичнинг хусусий кучайтириш коэффиценти.

Кетма-кет кучайтиргичнинг кириш қаршилиги $k\beta$ боълиқлиги унинг афзаллиги ьисобланади.

$k\beta \geq 1$ ёки $k\beta \gg 1$ шартларини бажариб, жуда катта кириш қаршиликларига эришиш мумкин.

Кичик токларни кучайтириш учун токли киришга эга кучайтиргичнинг икки варианты қуйидаги чизмаларда берилган :

а) вариант учун :

$$U_{\text{ч}} = -I_{\text{к}} R \frac{K}{K+1+R/r_{\text{к}}};$$

$$R_{\text{кир}} = \frac{R}{(K+1) \left[1 + (R/r_{\text{кир}})/(K+1) \right]}.$$

Агар $K \gg 1$ ва $K \gg R/r_{\text{кир}}$ бўлса, унда $U_{\text{чик}} \approx -IR$;

$$R_{\text{кир}} \approx R/K$$

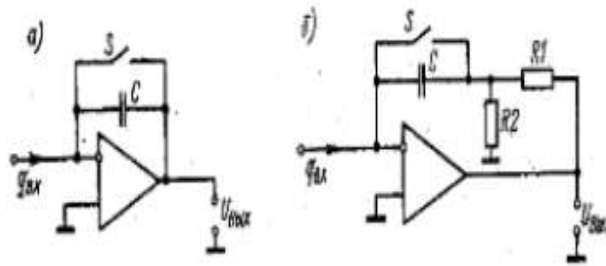
Кўриниб турибдики, кучайтириш коэффицентини ошириш учун R ни ошириш керак.

б) вариант учун

$$U_{\text{чы}} = -I_{\text{кир}} \frac{R_1 + R_2 + R_1 R_2 / R_3}{1 + [1 + (R_2 / R_3) + (R_1 + R_2 + R_1 R_2 / R_3) / r_{\text{кир}}] / K}$$

Бу вариант юқори Омлик резисторларни қўлламаслик имконини беради. Кучайтиришни ошириш учун R_2 / R_3 нисбатни ошириш етарли.

Зарядларни кучланишга ўзгартириб ўлчаш учун қуйидаги кучайтиргичлардан фойдаланиш мумкин.



а) вариантда C конденсатор дастлаб разрядланган бўлса, q_k заряди кучайтиргичга берилганда, унинг чиқишида $U_{\text{чик}} = -q_k/C$ кучланишини оламиз. ($k \gg 1$).

S – конденсаторни разрядлаш учун керак бўлган улагич.

б) вариант C сиёмни кичрайтириб ўтирмасдан катта кучайтириш коэффициентини олиш имконини беради:

$$U_{\text{ч}} = \frac{-q_k(1 + R_1/R_2)}{C}$$

Ушбу чизмалар кичик тоқларни ҳам ўлчаш учун ишлатилиши мумкин. Ҳақиқатдан $q = I_{\text{кир}}t$ эканлигини эотиборга олиб, t вақт ичида чиқиш кучланишининг ўзгариши $U_{\text{чик}}$ токка боълиқ эканини кўрамиз:

$$\text{а) } \Delta U_{\text{чиы}} = -\frac{I_{\text{кир}}t}{C}$$

$$\text{б) } \Delta U_{\text{чиы}} = -\frac{I_{\text{кир}}t \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)}{C}$$

хусусан, (а) чизма учун интеграллаш вақти $t = 10$ сек, сиём $C = 100$ пФ бўлганда кириш қаршилигининг қиймати

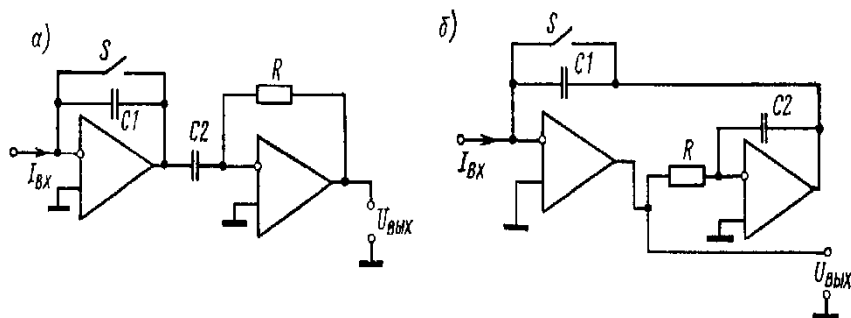
$$-\frac{\Delta U_{\text{кир}}}{\Delta I_{\text{кир}}} = \frac{t}{C} = \frac{10}{10^{-10}} = 10^{11} \Omega$$

га тенг бўлади.

Шундай қилиб, бу кучайтиригич токни ўлчаш учун ишлатилса, тескари алоқа занжирида 10^{11} Ом бўлган кучайтиргичга эквивалент бўлар экан. Чиқиш кучланиши бу чизмалар бўйича бажарилган кучайтиргичда нафақат токка, балки вақтга ҳам боълиқ бўлгани учун унинг қиймати тўхтовсиз ошиб боради. Чиқишда фақат токка боълиқ бўлган кучланиш олиш учун унга кетма – кет дифференциалловчи аозо улаш керак. Бу ўлда чиқиш кучланишининг ифодаси:

$$U_{\text{чик}} = I_{\text{кир}} (C_1/C_2)R$$

Кучайтиргичлар эса қуйидаги чизмалар асосида бажарилган бўлади:



Функционал электроникада энг кўп тарқалган ўлчаш жараёнларига этибор берадиган бўлсак унда умумий нол нуқтага нисбатан икки нуқта орасидаги кучланишни ўлчаш жараёни муҳим ҳисобланади. Бундай ўлчов қурилмаларини яшашда амалий (операцион) кучайтиргичлардан кенг фойдаланилади. Ва улар амалда (измерительные усилители (ИУ)) ўлчовчи кучайтиргичлар номи билан аталади. 1 расмда шундай ўлчовчи кучайтиргичнинг схемаси келтирилган.

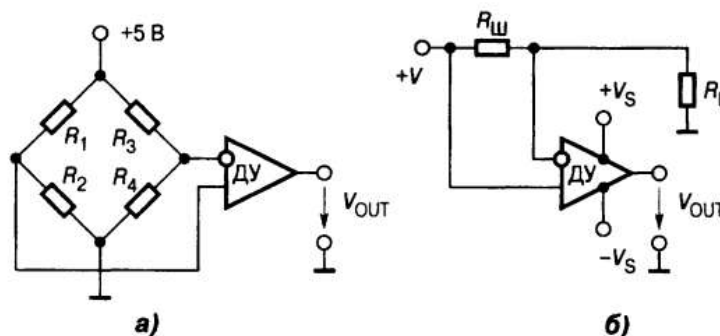


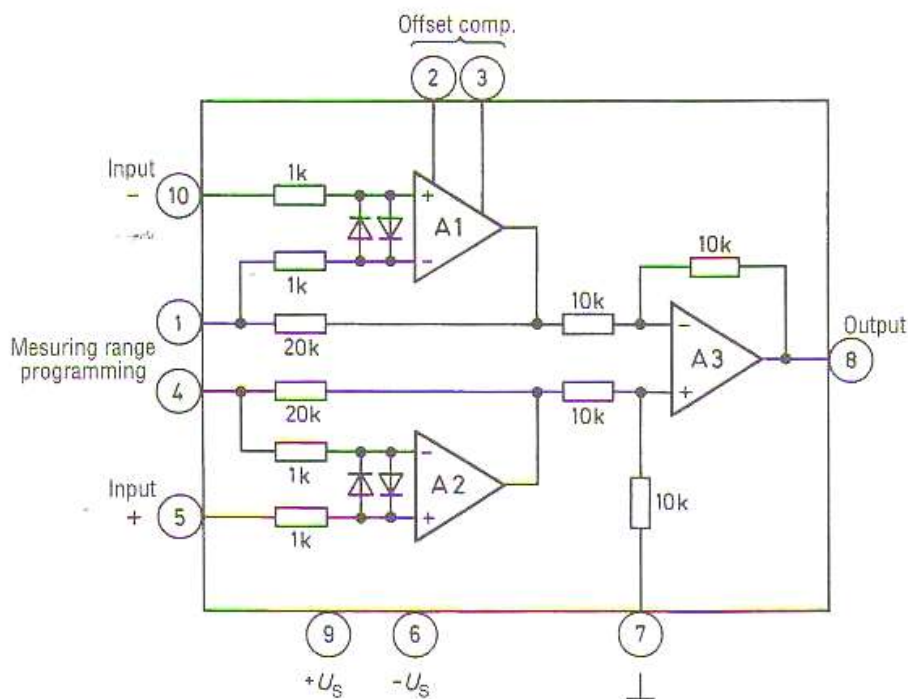
Рис. 1. Ўлчовчи кучайтиргичлар а — кўприксимон датчикасосида ишловчи ва б —шунтловчи қаршилик орқали ишловчи

Кўп фирмалар инструментал кучайтиргичларни ишлаб чиқаради. Мисолга улардан бир нечтасининг тузилиши ва характеристикасини кўриб чиқамиз.

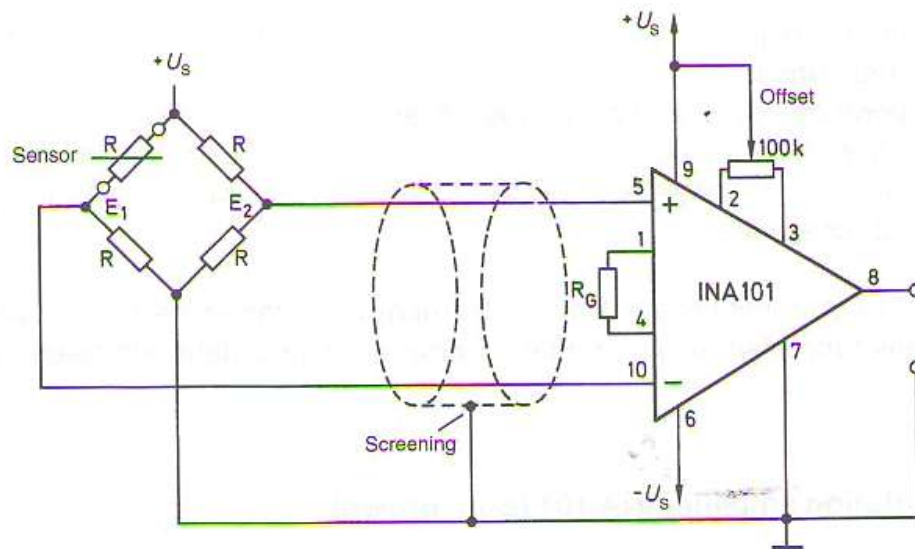
INA 101 - инструментал кучайтиргичи (Burr-Brown)

Кириш токи	15 nA
Силжиш кучланиши	25 mV
Силжиш кучланишининг температура коэффиценти	0,25 $\mu V/K$
Кучайтириш диапазони	1 дан 1000 гача
Частота диапазони	0,3 MHz

Кучайтиргичнинг кучайтириш коэффициенти R_G резисторининг қаршилигини ўзгартириш билан 1 дан 4 гача ўзгартирилиши мумкин. Коэффициентнинг қиймати $V = 1 + (40\,000 \Omega/R_G)$ ифодасидан аниқланади. Бунда кучайтириш коэффициенти қийматини аниқ ўрнатиш имкони йўқ. Кучайтиргичнинг силжиш кучланишини компенсация қилиш учун микросхеманинг 2 ва 3 оёқларига қаршилиги $100 \text{ k}\Omega$ бўлган потенциометр (ўзгарувчан қаршилик) уланади ва потенциометрнинг учинчи ўзгарувчан клеммаси кучайтиргичнинг мусбат кучланиш манбасига уланади. 1 а – расмда инструментал кучайтиргичнинг ички тузилиши, 1 б- расмда унинг асосида йиғилган кўприк кучайтиргичининг схемаси келтирилган.



1 а – расм INA 101 - инструментал кучайтиргичининг ички тузилиши



1 б – расм INA 101 микросхемаси асосида йиғилган кўприк кучайтиргичи

Измерительный усилитель на одном ОУ

Назорат саволлари

1. Кичик сигналларни ўлчашга қандай эътиёжлар бор?
2. Қандай кичик сигналларни манбаларини биласиз?
3. Инструментал кучайтиргич деб аталади.
4. Кичк сигналларни ўлчаш усулларини синфлаб беринг?
5. Кичик сигналларни ўлчашдаги асосий тўсиқлар?
6. Кучланишни тўғридан-тўғри кучайтириб олишда қандай кучайтиргичдан фойдаланиш мумкин?
7. Кичик ток ва зарядларни ўлчашга мўлжалланган чизмаларни келтиринг?

Маъруза №12 Интеграл схемаларда яратилган датчиклар

Режа:

1. Даччиклар.
2. Параметрик датчиклар
3. Генератор-датчиклар
4. Датчикнинг сезгирлиги
5. Датчикларнинг вақт характеристикалари
6. Интеграл датчиклар
7. Биполяр транзисторлар асосида яратилган ҳароратни ўлчовчи датчиклар

Калит сўз: Даччиклар, пьезоэлектрик эффект, термоэлектрик эффект, электромагнит индукцияси, фотоэффект ҳодисаси, солиштириш методи, дифференциаль метод, интеллектуал датчикла.

Даччиклар(*сенсор*, от англ. *sensor*) ҳақида гапирганда биз одатда электр катталари бўлмаган маълумотларни ўлчаш, назорат қилиш ва бошқариш жараёнларини амалга ошириш мақсадида уларни электр сигналларига ўтказувчи қурилмаларни тушинамиз.

Датчиклар ўз навбатида ишлаш тамоилига асосланиб икки гуруҳга бўлинади: *Генератор-датчиклар*, *Параметрик датчиклар*.

Генератор-датчиклар улар ўлчанаётган сигнал таъсирида ўзидан ток ёки кучланиш ҳосил қиладилар. Генератор датчикларнинг маълум физик жараёнлар асосида ишлайдиган бир неча турлари мавжуд:

1. Пьезоэлектрик – пьезоэлектрик эффектга асосланган;
2. Термоэлектрик – термоэлектрик эффектга асосланган;
3. Индукцион – электромагнит индукциясига асосланган;
4. Фотоэлектрик – фотоэффект ҳодисасига асосланган.

Параметрик датчиклар – улар ўлчанаётган сигнал таъсирида ўзларининг маълум бир параметрларини ўзгартирадилар. Параметрик датчикларга ва уларнинг ўзгариши мумкин бўлган параметрларига мисол қилиб:

1. Сигимли – сигим ўзгаришига асосланган;
2. Реостатли – қаршиликни ўзгаришига асосланган;
3. Индукцион – индуктивлик ўзгаришига асосланган.

Маълумотларни етказиб бериши ва узатиш жараёнида қатнашаётган энергиянинг турига қараб датчиклар – механик, акустик,

температурали, электрик, оптик ва бошқа турларга ҳам ажратилади.

Датчикларнинг асосий характеристикаларидан бири **ўзгартириш функцияси (ўзгартириш қобилияти)** ҳисобланади. У қуйидаги аналитик кўринишга эга $y = f(x)$ унинг x га боғлиқлик функцияси.

Датчикнинг сезгирлиги бу кириш сигнаlining чиқиш сигнали орасидаги боғлиқликни кўрсатувчи катталиқ бўлиб у

$$Z = \Delta y / \Delta x. \text{ кўринишга эга.}$$

Бу катталиқ датчикларнинг турига қараб Ом/мм ом миллиметрларда милливольт градусларда мВ/С° ва шунга ўхшаш катталиқларда ўлчанади.

Датчикларнинг вақт характеристикалари деганда – ҳар қандай физик процеслар датчикларда маълум бир вақт давомида юз беради. Бу эса ўлчанаётган маълумотларни кечикишига сабаб бўлади. (кириш сигналлари ва чиқиш орасидаги кечикиш). Амалда бу датчикларнинг ўлчаётган маълумотларининг ўзгариш тезлиги ва ўлчаш тезлиги орасидаги боғланишга олиб келади. Демак ўлчаётган катталиқни ўзгариш тезлиги муҳим катталиқлардан бири ҳисобланади ва бу тиббиёт техникаси яратилаётган вақтда этибор бериладиган катталиқлардан биридир.

Датчиклар билан ишлаётганда фақат уларга хос бўлган хатолтиқлар мавжуд. Буларнинг сабаблари қуйидагилар бўлиши мумкин.

1. Ўзгартириш функциясини температурага боғлиқлиги;
2. Гистерезис – кириш сигнаlining ўзгариш тезлигига боғлиқ бўлмаган ҳолда кириш сигналларининг чиқишга нисбатан жуда секин ўзгариши.
3. Ўзгартириш функциясини вақтга боғлиқлиги;
4. Датчикни биологик объектга тасири натижасида бўладиган ўзгаришлар;
5. Датчикларни инерцион бўлиши сабабли бўладиган хатоликлар.

Демак датчиклар физик ва физико – химик катталиқларни ўлчашга асосланган, ўз навбатида ўлчанаётган катталиқ физика ёки химиянинг қайси бўлимига тегишли бўлса ўлчаш тури ҳам фанларнинг тегишли бўлими номи билан аталади.

1. Механик ўлчашлар:
2. Теплофизик ўлчашлар:
3. Электрик ва магнитик катталиқларни ўлчашлар:
4. Оптик ўлчашлар:
5. Атом ва ядро ўлчашлари:

6. Физико-химик ўлчашлар:

Натижа олинишига қараб – тўғридан тўғри ўлчашлар, ўз аро таъсирга асосланган ўлчашлар ва ўлчаш катталикларини тахлил қилиш орқали олинадиган маълумотлар.

Ўлчаш катталикларининг ўз аро боғланиши орқали олинадиган маълумотлар.(давление в сосудах и скорость кровотока, скорость ультразвука в биосреде и ее плотность и т. д.).

Қабул қилинган махсус бир катталикка асосланиб ўлчаш қуйидаги турларга бўлинади:

1. **солиштириш методи** (по принципу «больше – меньше»);
2. **дифференциаль методи** – бунда қурилма ўлчанадиган катталик билан қабул қилинган катталик ўртасидаги фарқни кўрсатади;
3. **нул метод** – бунда ўлчанаётган катталик билан қабул қилинган ўлчов катталиги орасидаги фарқ нолга олиб келинади.(индикатор равновесия доводится до нуля (используется набор мер));
4. **ўз аро алмашлаш методи** – бунда ўлчанадиган катталик қабул қилинган катталик билан ўз аро алмаштирилади;

Ўлчанувчи катталикларнинг вақт давомида ўзгаришига қараб улар **статистик ва динамик** ўлчаш катталикларига бўлинади.

Юқорида келтирилган датчик ва электродларнинг маълум бир келишилган катталиклари асосида синфларга ажратилиши функционал электриниканинг масалаларни тез ва тўғри ечишда, мухандисларга ёрдам беришга мўлжалланган.

Замонавий технологиялар асосида яратилаётган **интеграл датчиклар** нафақат ўлчам жихатдан балки ўлчаш жараёнидаги технологик нозизиқлиликлар асосида вужудга келадиган хатоликларни ҳисобга олиши, улар устида бажариладиган амалларни автоматлаштириш, имконини бериши, олинаётган маълумотларни рақамли кўринишда узатиш билан бирга ўлчаш жараёнини бошқариш имкониятига ҳам эгадирлар.

Бундай датчиклар мажмуаси **интеллектуал датчиклар** деб номланган бўлиб улар нафақат ўлчаш жараёнини бошқариш балки олинаётган маълумотларни баҳолаш билан бир вақтда шу маълумотларга асосланиб буйруқ бериши, ҳатто ўзининг параметрларини ўзгартириш қобилиятига ҳам эгадир.

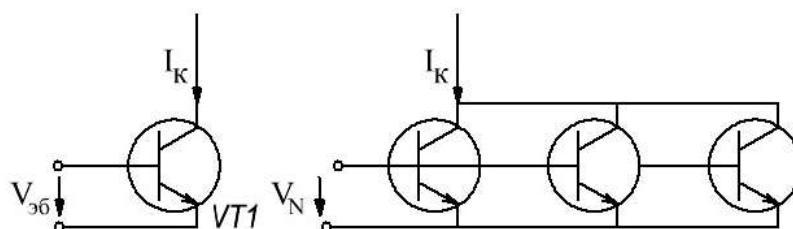
Биполяр транзисторлар асосида яратилган ҳароратни ўлчовчи датчиклар

Зомонавий ҳароратни ўлчовчи датчиклар $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ дан $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$ градусгача ораликда жуда катта аниқликда ўлчаш имкониятига эга бўлиши билан бир қаторда уларда ишлатилган кучайтиргичлар ўлчаш натижаларини ишлашга жуда қулай бўлган номинал чизиқли қийматларда узатиш имкониятига эгадирлар. (масалан $10\text{ мВ}/^{\circ}\text{C}$) Бу ҳароратни ўлчовчи қурилмаларни яратишда асосан ярим ўтказгичларнинг ўтказиш характеристикаларини температурага боғлиқлик хоссасидан кенг фойдаланилади.

Бизга маълумки биполяр транзисторларнинг база эмиттер кучланиш тушиши коллектор токи билан қуйидаги муносабат орқали боғлиқ

$$V_{\text{бэ}} = \frac{kT}{q} \ln \left(\frac{I_{\text{к}}}{I_{\text{T}}} \right) \quad 1$$

Бу ерда k — постоянная Больцмана, T — абсолют температура, q — электроннинг заряди, I_{T} — коллектор ўтишининг иссиқлик токи.



1-расм температурани ўлчаш қурилмасининг асосий кўриниши.

$N + 1$ та абсолют бир хил транзисторларни олиб улардан бирига қолган N тасини паралел уласак N та транзисторларнинг коллектор токи ўз аро тенг бўлади.

Биринчи транзисторнинг коллектор токи билан қолган N та транзисторларнинг коллектор тоқлари ўз аро тенглигини ҳисобга олиб база – эмиттор кучланиш фарқини қуйидагича баҳолашимиз мумкин.

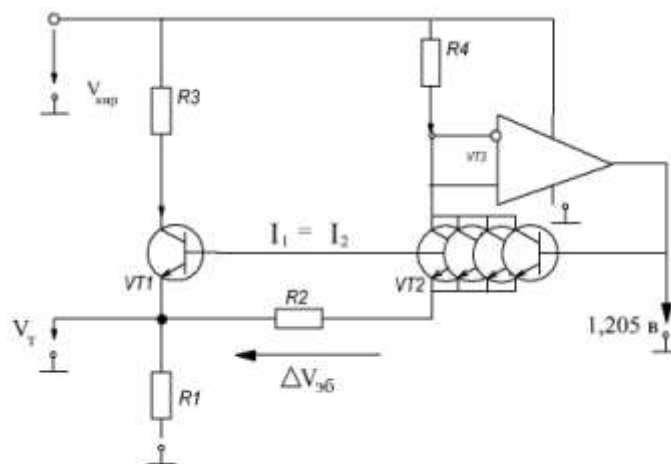
$$\Delta V_{\text{бэ}} = V_{\text{бэ}} - V_{\text{N}} = \frac{kT}{q} \ln \left(\frac{I_{\text{к}}}{I_{\text{T}}} \right) - \frac{kT}{q} \ln \left(\frac{I_{\text{к}}}{NI_{\text{T}}} \right) = \frac{kT}{q} \ln(N) \quad 2$$

Шундай қилиб бу кучланишлар фарқи абсолют температурага тўғри пропорционал экан.

Амалий кучайтиргичлар асосида яратилган интеграл датчиклар.

Брокау ячейкаси.

Қуйидаги схема 2-тенглама асосида яратилган ҳароратни ўлчаш қурилмаси бўлиб у Брокау ячейкаси деб ном олган.



2- расм тақиқланган зонанинг катталигига асосланган ҳарорат датчигининг схемаси.

Бу схемада VT2 N та ўз аро паралел уланган транзисторлар мажмуаси бўлиб, улар VT1 транзистор эмитторига уларнинг эмитторлари R₂ қаршилик орқали уланган схемадан кўриниб турибдики VT2 транзисторнинг эмиттор токи қуйидагига тенг.

$$I_{E2} = \frac{\Delta V_{эб}}{R_2}$$

Амалий кучайтиргичнинг қайта уланиш занжири сабабли R₁ қаршилик орқали ўтаётган коллектор тоқларининг жами ўз аро тенг. Бунинг натижасида R₁ қаршиликка тушаётган кучланишлар фарқи абсолют температурага тўғри пропорционал. Ҳақиқатдан ҳам 2 тенгликни ҳисобга олиб қуйидаги тенгликни келтириб чиқаришимиз мумкин.

$$V_T = \frac{2R_1 \Delta V_{эб}}{R_2} = 2 \frac{R_1 kT}{R_2 q} \ln(N) \quad 3$$

R₁/R₂ ва N катталиклари шундай танлашимиз мумкинки натижада VT1 транзисторнинг базасидаги кучланиш ва ўз навбатида кучайтиргичнинг чиқишидаги кучланиш кремнийнинг тақиқланган зонасининг катталиги 1.205 В га тенг бўлиши мумкин. Бу катталик ҳароратга боғлиқ эмас. 2-расмда ишлаб чиқаришда кенг тарқалган ярим ўтказгичли датчикнинг схематик кўриниши келтирилган.

Замонавий схемотехникани ривожланиши, кўп функционали датчикларнинг ишлаб чиқариш ва улар устида олиб борилаётган тадқиқотлар шуни кўрсатадики технологик жараёнларни бошқаришда ишлатиладиган контроллерларнинг ҳам жуда кўп функцияларини датчиклар орқали амалга оширилмоқда. Уларнинг интеллектуал турлари яратилмоқда бу датчиклар нафақат ўзлари ўлчаётган катталикни балки технологик жараён устида ҳам маълум амаллар бажариш имкониятига ҳам эгадирлар.

Датчик ва ижро этувчи механизмларнинг қаерга - тизимга ёки бошқариш объектига боғланиши ҳақида бахслашиш мумкин, лекин улар қаерга тааллуқли ёки боғланган бўлмасин бир нарса аниқ: бу воситалар бир томондан объектнинг ажралмас қисми, чунки улар унинг ичига ўрнатилган ва маълумотларни ишлов бериш учун узатишга ҳамда бу ишлов бериш натижасида олинган буйруқларни бажариш учун қабул қилишга имкон беради; иккинчи томондан улар бошқариш тизимининг ажралмас қисмидир, чунки датчиклар ҳам, ижро этувчи механизмлар ҳам органик жиҳатдан унга мувофиқ келиши, яъни тизимнинг бошқарилувчи жараён ҳақидаги кирувчи ахборотни қабул қилиши учун, бошқарув объектининг эса бошқарувчи ҳисоблаш машинасидан келаётган чиқувчи ахборотни қабул қилиши учун мослашган бўлиши керак.

Ҳозирда датчик ва ижро этувчи органларни технологик жиҳозлар (агрегатлар, станоклар ва бошқалар) билан комплекс етказиб бериш анъанаси мавжуд бўлиб, бунда, уларни турли хил ҳисоблаш техникаси (ХТ) воситалари билан турлича уланишлар эҳтимоли ҳисобга олинади. Демак, уларнинг тузилиши, ишлаш принципи ва характеристикалари шу мақсад учун мос келиши керак. Шунинг учун, бошқарув объектининг БХМ билан боғланиш органларини танлаш буюртмачининг вазифаси деб ҳисоблаш лозим. Қуйида бундай органлар қандай асосий талабларга жавоб бериши кераклигини ва уларни танлашда асосий эътиборни нимага қаратиш лозимлигини қараб чиқамиз.

Назорат саволлари

1. Датчиклар деганда нимани тушинасиз?
2. Генератор-датчиклар деганда нимани тушинасиз?
3. Параметрик датчикларга тариф беринг ва мисол келтиринг.
4. Датчикларнинг ўзгартириш функцияси деганда нима?
5. Датчикларнинг сезгирлиги қандай баҳоланади?
6. Датчикларнинг вақт характеристикалари деганда нимани тушинасиз?
7. Датчикларнинг хатоликлари нима?
8. Датчикларнинг номланишида асосан қандай катталикларга этибор берилади?
9. Солиштириш методи деганда нимани тушинасиз?
10. Статистик ва динамик ўлчаш катталиклари деганда нимани тушинасиз?
11. Интеграл датчиклар нима?

12. Интеллектуал датчик деганда нимани тушинасиз?
13. Брокау ячейкаси асосида ясалган датчикнинг ишлаш принципини тушинтириб беринг?

Маъруза 13. Генераторлар. Генераторларнинг классификациялари. функционал схемалари ва ишлаш принциплари. Эквивалент схемаси ва унинг тахлили.

Режа:

1. Электрон сигнал генераторлари
2. LC Генераторлари
3. RC Генераторлари
4. Носинусоидал тебраниш генераторлари
5. Амплитуда чеклагичлари

Электрон сигнал генераторлари ўзгармас ташқи кучланиш манбаи ёрдамида маълум частота ва формадаги электр тебранишларни ишлаб чиқарувчи қурилмадир. Генераторларнинг асосий характеристикалари бўлиб сигналнинг формаси, амплитудаси ва частотаси ҳисобланади. Шу кўрсаткичларга қараб сигнал генераторига баҳо берилади ва танланади. Тебранишлар формаси (кўринишига) қараб генераторлар синусоидал тебранишлар ва носинусоидал тебранишлар генераторларига бўлинади.

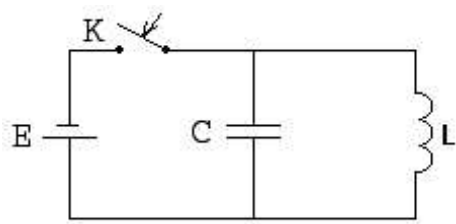
Чиқарилаётган сигналлар частотасига қараб генераторлар инфра паст (*Герцнинг бир неча улушидан 10 Гц.гача*), паст (*10-100 кГц*), юқори (*100 кГц – 10 мГц*) ва ўта юқори (*10 мГц дан юқори*) частотали генераторлар турларига бўлинади.

Ташқи таъсирлар натижасида ҳосил қилинадиган тебранишларга **мажбурий тебранишлар** дейилади. Бунда тебранишнинг параметрлари амплитудаи, частотаси схема элементларидан ташқари кириш сигналнинг параметрларига боғлиқ бўлади. Мустақил ҳосил бўладиган тебранишларга **автотебранишлар** дейилади. **Бундай генераторлар автогенераторлар дейилади.** Автогенераторларнинг классификацияси:

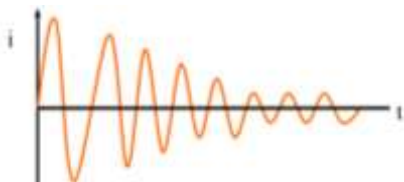
- ✓ Гармоник тебранишлар генераторлари
- ✓ Ногармоник тебранишлар генераторлари.
- ✓ Ногармоник тебранишлар генераторлари:
- ✓ Мультивibratorлар
- ✓ Бир vibratorлар
- ✓ Аррасимон кучланиш генераторлари.
- ✓ Учбурчалли импульслар генераторлари.

СУНМАС ТЕБРАНИШЛАР ҲОСИЛ БЎЛИШ ШАРТЛАРИ Индуктивлик ва сизимдан иборат занжирда электромагнит тебранишлар ҳосил бўлиш жараёни 1- расмда кўрсатилагн. Занжирга ташқаридан қисқа муддат берилган

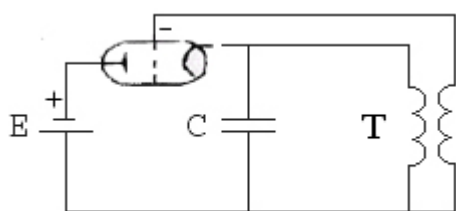
ўзгармас ток энергияси, электромагнит тебранишлар ҳосил қилади. Бундай



туриш керак 1-расмда контурга энергия бериш учун калит уланиши керак.



Лекин, калит доимий уланган ҳолда қолса, контурда тебранишлар вужудга келмайди, чунки конденсатор тўла зарядланган ҳолда қолади. Тебранишлар вужудга келиши учун калит даврий равишда уланиб-узилиб туриши керак. Бу деган суз, тебранишлар частотаси 500 кГц бўлса, бир секунд ичида калит 500000 марта уланиб —



узилиши зарур. Бу вазифани бирорта механик ёки электромеханик қурилма бажара олмайди. Бундай ҳолларда инерцияга эга бўлмаган асбоблар — электрон лампа ёки транзистор калит сифатида ишлатилади. Ҳақиқатан ҳам, лампанинг бошқарувчи турига катодга нисбатан етарли микдорда манфий кучланиш берилса, лампадан ток ўтмайди. Бу ҳолда лампа «ёпик», яъни калитнинг узилган ҳолатига тўғри келади. Лампа бошқарувчи тўрига, катодга нисбатан мусбат потенциал берилса, лампа «очик», яъни калитнинг уланган ҳолатига тўғри келади. Худди шундай ҳолатлар р-п-р тип транзисторнинг базасига мусбат, п-р-п тип транзистор базасига манфий потенциал берилганда транзисторлар «ёпик» ва аксинча ҳолларда «очик» ҳолатга ўтганлигидан, электрон лампа ва транзистордан электрон калит сифатида фойдаланиш мумкин.

Шу сабабли электрон лампа ёки транзистордан контури ток манбаига уловчи калит сифатида фойдаланиш мумкин. Бунинг учун лампанинг тўрига бирор манбадан навбатма-навбат мусбат ва манфий потенциал бериб турилади. Лекин бу узиб-улаш контурда ҳосил бўлаётган тебранишлар фазаси билан мос келиши керак. Акс ҳолда бериладиган энергия тебранишларни кучайтирмай, уларни сўндиришга «ёрдам» бериши мумкин. Шу сабабли калитни очиш ва ёпиш контурда ҳосил бўлаётган тебранишлар ҳисобига амалга оширилади. Бунинг учун контурда ҳосил бўлаётган тебранишларнинг бир қисми олиниб қайтадан лампа тўрига берилади б). Контурнинг манбага уланиши, яъни тебранишлар фазаси мос тушиши L_6 галтагининг лампа турига уланадиган учлари ўрни алмаштирилиб танланади. Бу система **лампали**

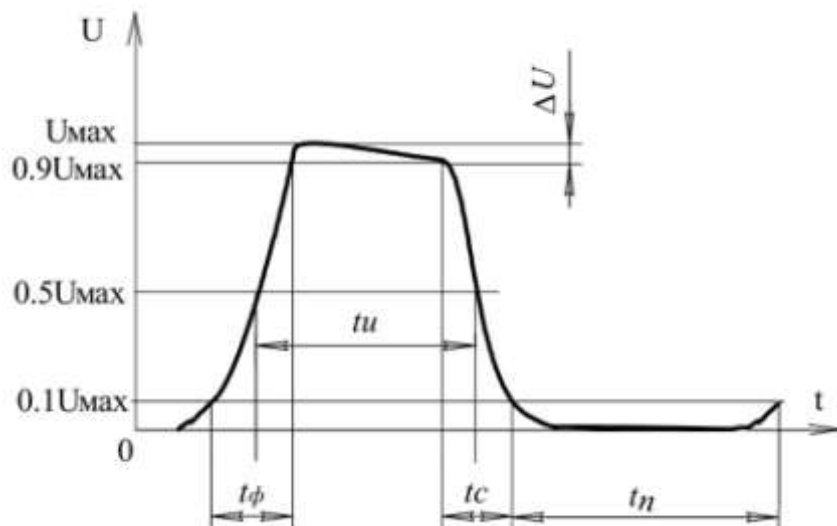
генератор деб аталади. Шундай қилиб, лампали генераторда ҳосил бўладиган электромагнит *тебранишлари сунмаслиги учун иккита шарт бажарилиши керак*:

- 1) Лампа аноди ва туридаги ўзгарувчан кучланиш фаза жихатидан 180° га фарқ қилиши;
- 2) тескари борланиш кучли бўлиши керак. Умуман олганда лампали ёки транзисторли генератор тескари боғланишга эга бўлган кучайтиргичдан унчалик фарқ қилмайди. Негаки, контурда ҳосил бўлаётган тебранишлар, қайтадан лампа тўрига берилиб, унда кучайтирилади. Контур энди нагрузка (юк) ролини бажариб, кучайган сигналларни қабул қилади ва яна қайтадан лампа тўрига узатади. Бундай кучайтиргичнинг кучайтириш коэффициенти K га тенг бўлса, тебранишлар сунмаслиги учун, *тескари борланиш коэффициенти*

$$\beta = \frac{1}{K} \quad \text{бўлиши керак.}$$

Умумдан олганда, бу шартларни қаноатлантирувчи тескари боғланиш – *мушбат тескари боғланиш* деб юритилади. Коэффициентлар β ва K частотага боғлиқ бўлганлиги учун (1) шарт бирорта ω_0 частота учун бажарилиши мумкин.

Импульсли сигналларга ҳар хил геометрик кўринишга эга бўлган сигналлари киради ўларнинг фарқлаш осон бўлиши учун номлашда амалда шу геометрик кўриниш номлари берилади. Импульсли сигналлар одатда кучланишнинг ёки ток кучининг катталиклари орқали баҳоланди ва бу баҳолаш жараёни амалда анча мураккаб ва тушинарсиз ҳолатларга олиб келишини ҳисобга олиб импульсли сигналларнинг бир қатор асосий катталикларини баҳолаш олдиндан келишилган муносабатлар орқали белгилаб олинади булар: (расм.2).



Расм. 2. Импусли сигнал.

U_{max} – **импулс амплитудаси**. Белгиланган дастлабки қиймат U_0 дан то кучланишнинг энг юқори нуқтасигача эришилган қиймати;

t_ϕ – **импулс фронтининг давомийлиги** (ёки фронт вақти). Бу кучланишнинг $0,1U_{max}$ дан $0,9U_{max}$ гача кўтарилгунча кетган вақт оралиғидир.

t_c - **импулс пасайишининг давомийлиги (ёки пасайиш вақти)**. Бу кучланишнинг $0,9U_{max}$ дан $0,1U_{max}$ гача тушгунича кетган вақт оралиғидир. Адабиётларда буни импулснинг **срез вақти** деб аташган.

t_u – **импулс давомийлиги**. $U = 0,5U_{max}$ давомийлиги t_ϕ ва t_n моментлар орасидаги вақт оралиғида кўрилади. Бунда импулс давомийлиги амплитуда сатҳининг ярмида ўлчанади.

t_n – **пауза давомийлиги**. Яъни иккита импулслар ўртасидаги вақт U импулс давомийлиги каби $0,5U_{max}$ сатҳда ўлчанади. Бунда $t_n = T - t_u$ нисбатига риоя қилинади.

T – **импулснинг ўтиш даври**. $U = 0,5U_{max}$ давомийлиги, t_ϕ ва t_n моментлар орасидаги вақт оралиғидир. Бунда импулс давомийлиги амплитуда сатҳининг ярми, фронт ва тушиш даврида ўлчанади.

f – **импулснинг ўтиш частотаси**. Бу катталиқ, импулснинг ўтиш даврига тескари катталиқдир $f = 1/T$

Q – **импулс тирқиши**. Бу катталиқ импулснинг ўтиш даврини t_n га нисбатига тенг даврдир: $Q = T/t_n$

K_z – **импулснинг тўлдириш коэффициенти**. Бу катталиқ импулс давомийлигининг даврга муносабатига тенглиги: $K_z = t_n/T$.

Тўлдириш коэффициенти ва импульс тирқиши – ўзаро қарама-қарши катталиклардир.

Ташқи таъсирлар натижасида ҳосил қилинадиган тебранишлар **мажбурий тебранишлар** дейилади. Автогенераторларда ҳосил бўладиган тебранишлар мажбурий тебранишлардан фарқлироқ ички таъсир натижасида ҳосил қилинади. Автогенераторлар дастлабки тебраниш сўнувчи характерга эга бўлган тебранишдир.

Релаксационные генераторы

Кўриниши гармоник тебранишлардан кескин фарқ қиладиган тебранишлар, **релаксацион тебранишлар деб** аталади. Уларда ток кучи ва кучланишнинг ортиши ёки камайиши кескин бўлади. Шу сабабли релаксацион тебранишларнинг шакли даврий равишда такрорланувчи учбурчак, туғри бурчакли ёки трапеция кўринишидаги импульслардан иборат булади.

Умуман, импульс деганда, қисқа муддат ичида таъсир қилувчи кучланиш ёки ток тушунилади. Импульснинг мавжуд бўлиш вақти **импульс давомийлиги деб аталиб**, бир неча наносекунддан, унларча секундгача бориши мумкин. Импульслар қайтарилиши хусусиятига кўра **даврий ва нодаврий бўлади**. Даврий қайтарилувчи импульслар такрорланиш частотаси f , чуқурлиги Q ёки тўлалик коэффициенти η каби параметрлар орқали ифодаланади:

$$f = \frac{1}{T_{кай}}; Q = \frac{T_{кай}}{\tau}; \eta = \frac{1}{Q} \quad (1)$$

бунда $T_{кай}$ - импульсларнинг қайтарилиш даври.

Импульсли сигналларни икки усулда олиш мумкин: сигнални ўзгартириб импульс ҳосил қилиш ва генерациялаш. Импульс ҳосил қилиш бошланғич сигнал параметрларини ўзгартириб, керакли параметрга эга бўлган импульсни олиш демакдир. Бошланғич сигнал сифатида кўпинча гармоник тебранишлар ёки бошқача параметрли импульслар олинади. **Импульсларни генерациялаш** бирорта қурилма ёрдамида ўзгармас ток манбаи энергиясини керакли параметрларга эга бўлган импульслар энергиясига айлантириш демакдир.

Релаксацион генераторлар.

Релаксацион генераторлар деб операцион кучайтиргичларнинг ўчириб-ёкиш (реле) режимидаги ишлашига айтилади. Улар жумласига автотебранувчи ва кутувчи мультивибраторлар, учбурчак ва аррасимон

импульсли генераторлар киради. ОК дан иборат релаксацион генераторларнинг асосини одатда регенератив компаратор ташкил этади ва у Шмитт триггери деб ҳам аталади. Регенератив компаратор мусбат қаршиликли тесқари алоқа боғланишига эга бўлган ОК дан иборатдир.

Бизга маълумки компараторнинг асосий катталиги унинг характеристикасини гистерезис ҳалқасидан иборатлигидир. Гистерезис ҳалқасининг катталиги бўсағавий кучланишдан икки баробар катталигига тенг $2V_{TH}$, (расм-1а)

$$V_{TH} = V_M \frac{R_1}{R_2} \quad (1)$$

1б- расмда уланган схема учун эса

$$V_{TH} = V_M \frac{R_1}{R_1 + R_2} \quad (2)$$

V_M — максимумаль выходяное напряжение усилителя (напряжение ограничения или насыщения).

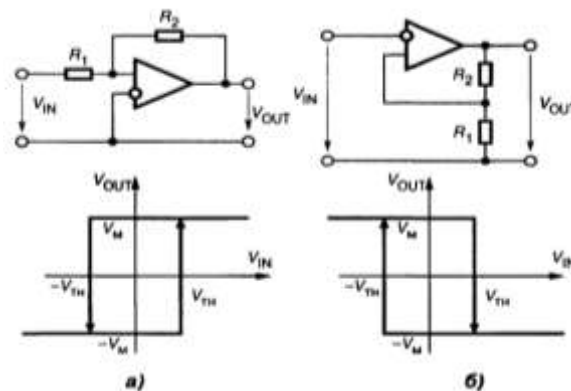


Рис. 1. Триггер Шмитта (регенеративный компаратор)

а — неинвертирующий, б — инвертирующий

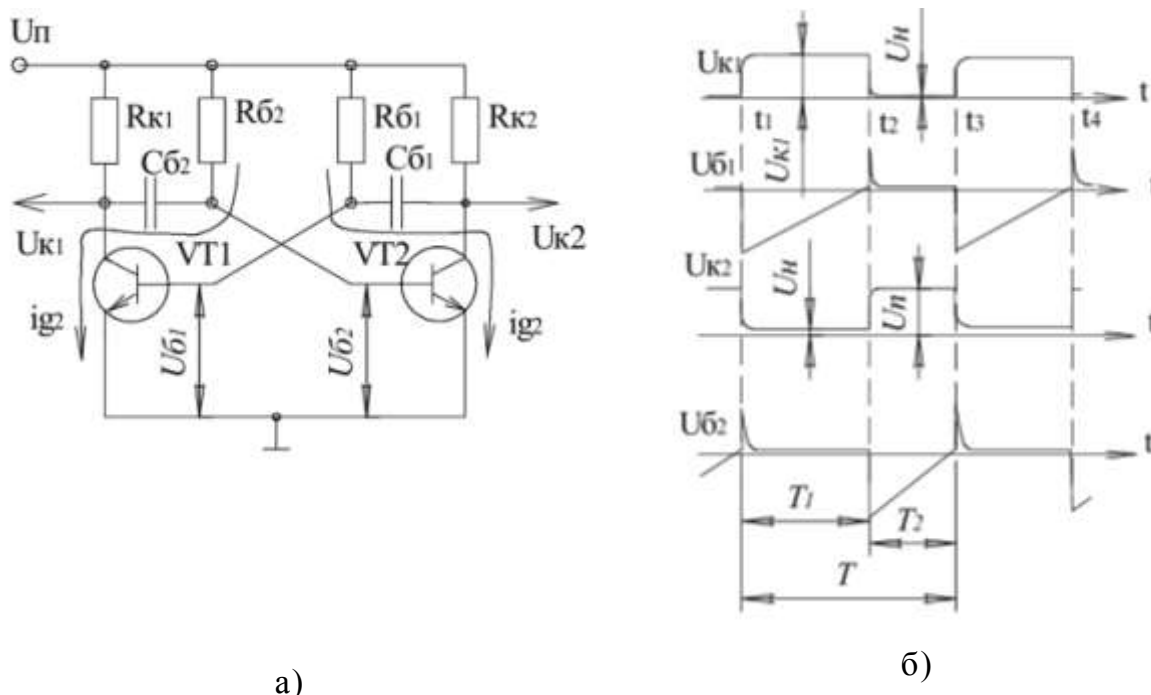
Импульсли қурилмаларга кучланишни чизиқли ўзгартирадиган мультивибраторлар, триггерлар, **одновибраторы**, блок-генераторлар киради.

Мультивибратор – лотинча сўздан олинган бўлиб, “мульти” – кўп, “вибратор” – тебраниш маъносини англатади. Мультивибраторлар тўғри тўртбурчакли импульсларнинг генератори бўлиб, мусбат тесқари боғланишга эга кучайтиргичдир. Мультивибраторларнинг иккита тури мавжуддир.

1) Автотебранувчи (турғун мувозанат ҳолатига эга эмас).

2) Кутувчи (битта турғун мувозанат ҳолатига эга) баъзи ҳолларда бир вибраторли деб ҳам юритилади

Биринчи расмда транзисторлар ва қайтувчи мусбат алоқали $C_{б1}$ и $C_{б2}$ конденсаторлари орқали транзисторнинг $VT1$, $VT2$ коллекторларига ва $VT2$, $VT1$ базасига боғланган мультивибратор схемаси кўрсатилган.



Расм 1. Мультивибратор схемаси (а) ва унинг вақт диаграммаси(б).

Мультивибраторда импульслар генерацияси манба ёқилиши билан рўй беради. (расм 1. б)

Биполяр транзисторли мультивибраторларни кўпинча коллектор-база боғламли симметрик схемада қилинади (расм 1.а). Расмдан кўришиб турибдики, мультивибратор икки кучайтиргич ОЭ каскадли, бунда ҳар бир чиқувчи кучланиш бошқасининг киришига узатилади.

Схема манбага E_k уланганда иккала транзистор базасига $R_{б1}$ и $R_{б2}$ резисторлари орқали манфий силжиш берилади, бунда транзистор коллектор нуқталарини ўтказиб юборади. Аммо схеманинг бундай ҳолати турғун эмасдир. Схемада қайтувчи мусбат алоқа мавжудлигига $\beta_{кy} > 1$ шартлар бажарилади ва икки каскадли кучайтиргич ўз-ўзича пайдо бўлади. Регенерация жараёни бошланади – бир транзисторда ток тезда ортади ва бошқа транзисторда эса ток камаяди.

Транзистор $VT1$ да тасодифий равишда база ёки коллекторда қаршилик ўзгариши натижасида ток $I_{к1}$ ортиб борсин. Бунда резистор $R_{к1}$ да кучланиш пасайиши ортади ва транзистор $VT1$ коллектори мусбат потенциал ошишига эга эга бўлади. Модомики конденсатор $C_{б1}$ даги кучланиш бир лаҳзада ўзгармас экан, бу кучланиш транзистор $VT2$ базасига сарфланади, **ва уни ёпади.**

Бунда коллектор токи I_{K2} камайиб боради, транзистор VT_2 нинг коллекторидаги кучланиш янада манфийлашади ва, конденсатор CB_2 орқали транзистор VT_1 базасига узатиб, уни янада каттароқ очиб, ток I_{K1} оширади. Бу жараён шиддатли кечади ва транзистор VT_1 ни тўйинган режимга олиб ўтади, транзистор VT_2 эса узилиш режимига ўтиши билан якунланади. Схема вақтинчалик ўзининг бир мувозанат (квазимувозанат ҳолат) ҳолатига ўтади. Бунда транзистор VT_1 очик ҳолатини манбаа E_k резистор R_{B1} орқали таъминлаб туради, ёпиқ транзистор VT_2 ҳолатини эса конденсатор CB_1 даги мусбат кучланиш ($U_{CB1} = U_{B2} > 0$), очик транзистор VT_1 нинг база – эмиттер оралиғидаги таъминлайди.

Назорат саволлар

1. Электрон сигнал генераторлари деб нимага айтилади?
2. Мажбурий тебранишларга тариф беринг.
3. Автотебранишлар деганда нимани тушинасиз?
4. Автогенератор нима?
5. Сунмас тебранишлар ҳосил бўлиш шарти?
6. Энг сода тебраниш контури схемасини келтиринг?
7. Релаксацион тебранишлар деб нимага айтилади?
8. Импульс давомийлиги деб нимага айтилади?
9. Импульслар такрорланиш частотаси деганда нимани тушинасиз?

**Маъруза 14 таркиби Мантиқий алгебранинг асосий тушунчалари,
мантиқий элементлар ва уларнинг эквивалент схемаси
унинг тахлили.**

Режа:

1. Позицион санок системаси
2. Позицион бўлмаган санок системасига
3. Ўнлик санок системаси
4. Иккилик санок системаси
5. Мантиқий элементлар ва уларнинг ишлаш принциплари
6. «ВА» - мантиқий кўпайтириш, «Конъюнкция» элементи
7. «ЁКИ» - мантиқий кўшиш, «Дизъюнкция» элементи
8. «ИНКОР» - мантиқий инкор қилиш («ЭМАС») элементи
9. «ВА – ИНКОР» - мантиқий кўпайтиришнинг инкори элементи
10. Шеффер элементи (ВА-ЭМАС)
11. ПИРС ЭЛЕМЕНТИ (ЁКИ-ЭМАС)

Калит сўз: позицион, позицион бўлмаган санок, конъюнкция, дизъюнкция, «ВА», «ЁКИ», «ИНКОР», «ВА – ИНКОР», Шеффер элементи (ВА-ЭМАС), ПИРС ЭЛЕМЕНТИ (ЁКИ-ЭМАС)

Ҳар қандай ҳисоблаш машиналарининг арифметик асоси бўлган санок системалари билан танишамиз. Шу кунгача математика дарсларида турли-туман ҳисобларни ўн та рақамдан, яъни 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 рақамларидан фойдаланиб бажариб келдик. Шунинг учун ҳам бу **ўнлик санок системаси** деб аталади.

Рим санок системасидан бошқа санок системаларининг ҳаммаси **позицион**, Рим санок системаси эса **позицион бўлмаган** санок системасига мисол бўлади. Ҳақиқатан, Рим санок системасида ўттиз беш қуйидагича ёзилади:

$$\text{XXXIV} = 10+10+10-1 +5 = 3 \times 10 + -1 +5 = 34.$$

V ----- қиймати беш

X ----- қиймати ўн

X ----- қиймати ўн

X ----- қиймати ўн

Бу ерда фойдаланилган X рақами учта бўлишига қарамасдан, ҳаммаси ҳам ўн қийматга тенг, яъни рақамнинг қиймати унинг туриш ўрнига боғлиқ эмас.

Ўнлик санок системасида ёзилган 222 сонини олайлик:

2 ----- икки бирлик

2 ----- икки ўнлик

2 ----- икки юзлик

Ҳар қандай асосли санок системасида қисқа ёзувда берилган сонларни асос даражалари бўйича ёйиб ёзиш мумкин. Масалан, 451 сонини $4 \cdot 10^2 + 5 \cdot 10^1 + 1 \cdot 10^0$ каби ёзиш мумкин. Шу каби қуйидагилар ҳам ўринли:

Ўнлик тизимида ҳисоблаш тизими асоси 10 рақами ҳисобланади. Ҳар қандай N – сонни қуйидаги шаклда ифодалаш мумкин:

$$N = \dots + a_2 10^2 + a_1 10^1 + a_0 10^0;$$

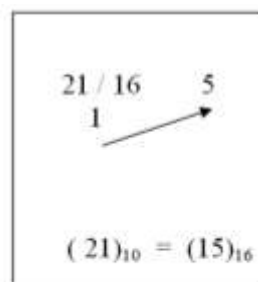
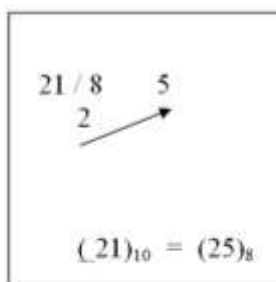
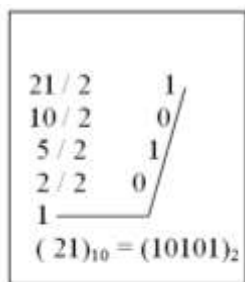
бунда a_0, a_1, \dots, a_n – коэффицентлари 0 дан 9 гача қийматларни олади. Масалан: 375 сони $3 \cdot 10^2 + 7 \cdot 10^1 + 5 \cdot 10^0$ шаклида ифодаланади.

Умуман ҳисоблаш асоси қилиб ҳар қандай M сони олиниши ва N сони қуйидагича ифодаланиши мумкин:

$$N = a_n m^n + a_{n-1} m^{n-1} + \dots + a_1 m^1 + a_0 m^0.$$

бунда $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ – коэффицентлар 0 билан $m-1$ орасидаги қийматларни ўз ичига олади.

Агар $m=2$ бўлса, унда иккилик ҳисоблаш тизимидан фойдаланиш ва ҳар қандай сонни фахат икки рақам 0 ва 1 орқали ифодалаш мумкин. Масалан: 15 рақами $1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$



Иккилик тизимида арифметик ҳисоблаш жуда содда. Масалан, қўшиш қуйидаги қоида асосида бажарилади: $0+0=0$; $0+1=1$; $1+0=1$; $1+1=10$. Бундан ташқари иккилик модул билан қўшишда қуйидаги қоидага амал қилиш керак: $0 \oplus 0 = 0$; $0 \oplus 1 = 1$; $1 \oplus 0 = 1$; $1 \oplus 1 = 0$.

Иккилик санок системасида арифметик амаллар бажариш.

Юқорида келтирилган иккилик санок системасидаги асосий амаллардан ташқари қўшимча амаллар ҳам мавжуд бўлиб улар қуйидаги амаллардан иборат.

Импликация $a \rightarrow v$ 1 ни қабул қилади агар $a = 0$ ёки

$$v = 1, \text{ бунда } a \rightarrow v = \bar{a} + v.$$

Тақиқлаш функцияси $a \Delta v$ 1 ни қабул қилади агар $a = 1$ ва

$$v = 0, \text{ бўлганда } a \Delta v = a \bar{v}. \text{ функциянинг иккинчи аргументи тақиқловчи ҳисобланади.}$$

Функция ИЛИ-НЕ (функция Пирса, стрелка Пирса, функция Вебба) $a \downarrow v$

$$1 \text{ ни қабул қилади агар } a = 0 \text{ ва } v = 0, \text{ бунда } a \downarrow v = \overline{a + v}.$$

Функция И-НЕ (функция Шеффера, штрих Шеффера) $a \mid v$ 1 ни қабул қилади агар $a = 0$ ёки $v = 0$, бунда $a \mid v = \overline{a \cdot v}$.

Функция логической равнозначности $a \equiv v$ 1 ни қабул қилади агар аргументлар бир хил қийматни қабул қилса бунда $a \equiv v = \overline{a} \overline{v} + av$.

Функция логической неравнозначности (сумма по модулю 2, исключающее ИЛИ) $a \oplus v = \overline{a} v + a \overline{v}$.

Юқорида келтирилган элементларнинг ҳаққонийлик жабвали 1 келтирилган.

Таблица 1. 2та ўзгарувчидан иборат бўлган мантиқий элементларнинг ҳаққонийлик жадвали

a	v	$a \rightarrow v$	$a \Delta v$	$a \downarrow v$	$a \mid v$	$a \equiv v$	$a \oplus v$
0	0	1	0	1	1	1	0
0	1	1	0	0	1	0	1
1	0	0	1	0	1	0	1
1	1	1	0	0	0	1	0

Бул алгебрасининг асосий қоидалари.

Бирта ўзгарувчи учун Бул алгебраси қонуни. Бу теорема 0 ва 1 ўзгармаслар учун қўшиш қўпайтириш ва инкор амаллари бажарилаётган бирта ўзгарувчи учун ҳамма ҳолларда тўлиқ бажарилади.

- | | |
|------------------------------|--|
| 1) $x + 0 = x$; | 5) $x \cdot 0 = 0$; |
| 2) $x + 1 = 1$; | 6) $x \cdot 1 = x$; |
| 3) $x + x + \dots + x = x$; | 7) $x \cdot x \cdot \dots \cdot x = x$; |
| 4) $x + \overline{x} = 1$; | 8) $x \cdot \overline{x} = 0$. |

Иккита ва ундан ортиқ ўзгарувчи учун Бул алгебраси қонуни. Мантиқий қўшиш ва мантиқий қўпайтириш жараёнлари учун ҳар бир теорема икки мартадан берилди. Бул алгебраси қонунига асосан келтирилган теоремаларни исботлаш жуда сосон ва шунинг учун исботларни келтириб ўтирмаймиз.

1) **Ўрин алмашиш қонуни:**

- а) $x + y = y + x$ қўшиш амали учун;
 б) $x \cdot y = y \cdot x$ қўпайтириш амали учун;

2) **Ўз аро гуруҳлаш қонуни:**

$$\text{а) } x + y + z = x + (y + z) = (x + y) + z;$$

$$\text{б) } x \cdot y \cdot z = x \cdot (y \cdot z) = (x \cdot y) \cdot z.$$

3) **умумий гуруҳлаш қонуни:**

$$\text{а) } x \cdot (y + z) = x \cdot y + x \cdot z;$$

$$\text{б) } x + y \cdot z = (x + y) \cdot (x + z).$$

4) **номсиз гуриҳ:**

$$\text{а) } (x + \bar{y}) \cdot y = xy;$$

$$\text{б) } x \cdot \bar{y} + y = x + y.$$

5) **Ўз аро ютилиш қонуни:**

$$\text{а) } x + xy = x;$$

$$\text{б) } x(x + y) = x.$$

6) **Ўз аро елимланиш қонуни:**

$$\text{а) } xy + \bar{x}y = y;$$

$$\text{б) } (x + y)(\bar{x} + \bar{y}) = y.$$

7) **де Морган қонуни ёки инкор қонуни:**

$$\text{а) } \overline{x+y} = \bar{x} \cdot \bar{y};$$

$$\text{б) } \overline{x \cdot y} = \bar{x} + \bar{y}.$$

де Морган қонуни ёки инкор қонуни ҳар қандай кўпликдаги ўзгарувчилар учун ҳам ҳақли:

$$\text{в) } \overline{x+y+z+\dots} = \bar{x} \cdot \bar{y} \cdot \bar{z} \cdot \dots ;$$

$$\text{г) } \overline{x \cdot y \cdot z \cdot \dots} = \bar{x} + \bar{y} + \bar{z} + \dots .$$

И-НЕ и ИЛИ-НЕ элементлар базасида де Моргана қонуни қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$x + y = \overline{\bar{x} \cdot \bar{y}};$$

$$x \cdot y = \overline{\bar{x} + \bar{y}}.$$

Бул алгебраси қонунларида келиб чиққан ҳолда де Моргана теоремаларини худди шундай қабул қилиш керак.

Маълумки, иккилик санок системасида фақат иккита, 0 ва 1 рақамлари қатнашади. Шу системада қўшиш, айриш ва кўпайтириш қуйидагича бажарилади:

$$\text{а) } 0+0=0$$

$$\text{б) } 0-0=0$$

$$\text{в) } 0 \cdot 0=0$$

$$0+1=1$$

$$1-0=1$$

$$0 \cdot 1=0$$

$$1+0=1$$

$$10 - 1=1$$

$$1 \cdot 0=0$$

$$1+1=10$$

$$1 \cdot 1=1$$

Энди иккилик санок системасида турли арифметик амаллар бажаришга доир мисоллар кўрамиз:

1-мисол. 1010_2 ва 1011_2 сонларининг йиғиндисини топинг.

Ечиш. Бу сонларни бир устунга ёзиб, умумий қоида бўйича қўшамиз:

$$\begin{array}{r} 1010_2 \\ + 1011_2 \\ \hline 10101_2 \end{array} \quad \text{Жавоб: } 10101_2$$

2-мисол. $1011,01_2$ ва $101,101_2$ сонларининг йиғиндисини топинг.

$$\begin{array}{r} 1011,01_2 \\ + 101,101_2 \\ \hline 10000,111_2 \end{array} \quad \text{Жавоб: } 10000,111_2$$

3-мисол. $101,01_2$ ва $10,10_2$ сонларининг айирмасини топинг.

Ечиш.

$$\begin{array}{r} 101,01_2 \\ - 10,10_2 \\ \hline 10,11_2 \end{array} \quad \text{Жавоб: } 10,11_2$$

4-мисол. $1011,11_2$ ва $101,101_2$ сонларининг айирмасини топинг.

$$\begin{array}{r} 1011,11_2 \\ - 101,101_2 \\ \hline 110,001_2 \end{array} \quad \text{Жавоб: } 110,001_2$$

5-мисол. 101112 ва 1012 сонларининг кўпайтмасини топинг.

Иккилик санок системасида сонларни кўпайтириш ўнлик санок системасидаги қоида каби бажарилади:

Ечиш.

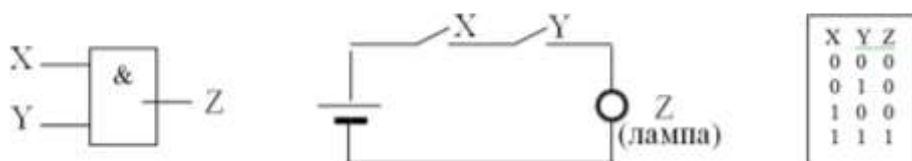
$$\begin{array}{r} 10111_2 \\ \times 101_2 \\ \hline 10111 \\ + 00000 \\ \hline 10111 \\ \hline 1110011_2 \end{array} \quad \text{Жавоб: } 1110011_2$$

Мантиқий элементлар ва уларнинг ишлаш принциплари

Мантиқий элементлар мантиқий ифодаларни бажаришга мўлжалланган бўлиб, барча арифметик ва мантиқий амалларни улар асосидаги қурилмалар ёрдамида амалга оширилади. Қуйидаги расмларда ҳисоблаш

машиналарида қўлланиладиган асосий мантиқий элементлар ва уларнинг ишлаш принциплари келтирилган.

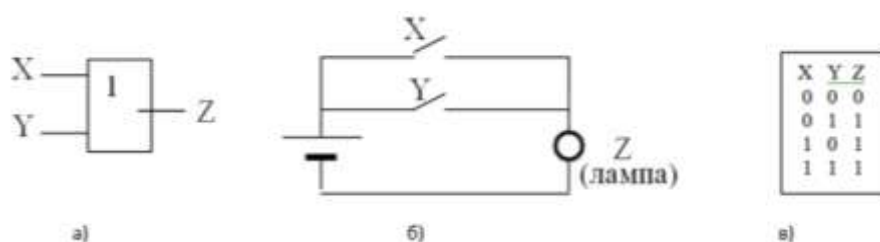
«ВА» - мантиқий кўпайтириш, «Конъюнкция» элементи



X ва Y киришларга бир вақтда «1» сигнали берилса (яъни улагичлар бир вақтда уланса), Z чиқишда «1» сигнали хосил бўлади (яъни лампа ёришади). Киришлардан бирортасига ёки бир вақтда иккаласига «0» сигнали берилса (яъни улагичлардан бири ёки бир вақтда иккаласи уланмаган холда бўлса), чиқишда «0» сигнали хосил бўлади (яъни лампа ўчган холда бўлади).

«ВА» элементи мантиқий функция сифатида $Z = X \& Y$, ҳамда $Z = X \cdot Y$ ёки $Z = X \wedge Y$ кўринишлардан бирортасини тасвирланаши мумкин.

«ЁКИ» - мантиқий қўшиш, «Дизъюнкция» элементи



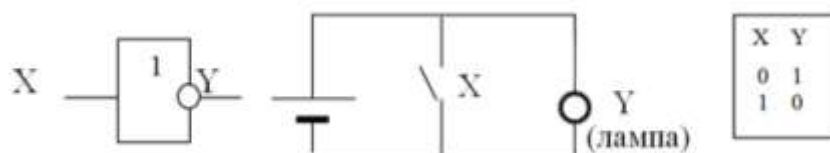
X ва Y киришлар бир вақтда «0» сигнали берилса (яъни улагичлар бир вақтда уланмаган холда бўлса), Z чиқишда «0» сигнали хосил бўлади (яъни лампа ўчиқ холда бўлади). Киришлардан бирортасига ёки бир вақтда иккаласига «1» сигнали берилса (яъни улагичлардан бири ёки бир вақтда иккаласи уланса), чиқишда «1» сигнали хосил бўлади (яъни лампа ёришади).

«ЁКИ» элементи мантиқий функция сифатида $y = x_1 + x_2 + \dots + x_n$.

Иккита ўзгарувчи учун унинг кўриниши қуйидагича $y = x_1 + x_2$,

«ЁКИ» элементи мантиқий функция сифатида $Z = X + Y$ ҳамда $Z = X \vee Y$ кўринишларда тасвирланади.

«ИНКОР» - мантиқий инкор қилиш («ЭМАС») элементи

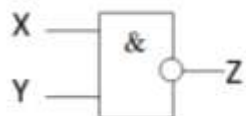


«ИНКОР» элементининг чиқишидаги сон унинг киришидаги сонга нисбатан тескари кодга эга бўлади.

«ИНКОР» элементи мантиқий функция сифатида $Y = \bar{X}$ кўринишда тасвирланади.

«ВА – ИНКОР» - мантиқий кўпайтиришнинг инкори элементи

Схематик белгиланиши



Мантиқий функцияси

$$Z = \overline{X \& Y}, \quad Z = \overline{X * Y}$$

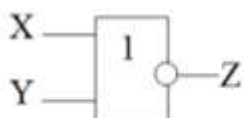
Ишлаш жадвали

X	Y	Z
0	0	1
0	1	1

X ва Y киришларга бир вақтда «1» сигнали берилса, Z чиқишда «0» сигнали хосил бўлади. Киришлардан бирортасига ёки бир вақтда иккаласига «0» сигнали берилса, чиқишда «1» сигнали хосил бўлади.

«ЁКИ - ИНКОР» - мантиқий қўшишнинг инкори элементи

Схематик белгиланиши



Мантиқий функцияси

$$Z = \overline{X \vee Y},$$

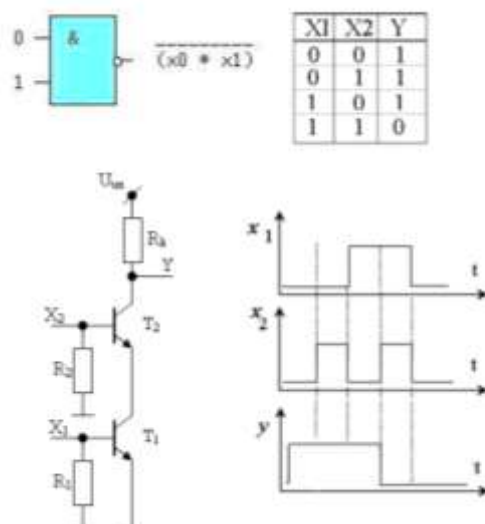
Ишлаш жадвали

X	Y	Z
0	0	1
0	1	0

X ва Y киришлар бир вақтда «0» сигнали берилса, Z чиқишда «1» сигнали хосил бўлади. Киришлардан бирортасига ёки бир вақтда иккаласига «1» сигнали берилса, чиқишда «0» сигнали хосил бўлади.

Шеффер элементи (ВА-ЭМАС)

Шиффер элементи - ЭҚ нинг иккилик мантиқ элементи бўлиб, мантиқ кўпайтиришни тескари ўчириш билан бажариб, киришларда бирортасида мантиқий «0» бўлса, чиқишда мантиқий «1» хосил бўлади.



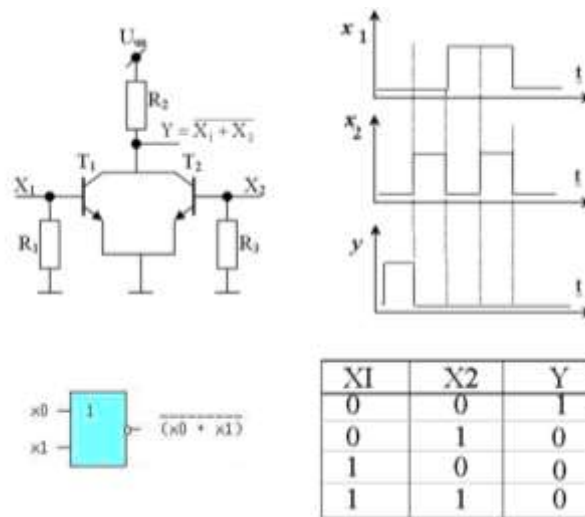
Юқоридаги расмда элементнинг функция схемаси ва шартли белгиси берилган бу ерда, x_1 , x_2 , - киришлар, Y-чиқиш. Элементнинг чинлик жадвали берилган. Шеффер элементнинг барча киришларига мантиқий «1» берилса, унинг чиқишидаги мантиқий «0» ҳосил бўлади.

Расмда элементнинг вақт диаграммаси берилган, бу ерда, U^0 , U_1 - «0», «1» га мос кучланишлари босқичи.

Расмда, қаршиликли транзистор мантиқи Шеффер элементининг электр схемаси берилган. $U_0 = 0$ В, деб олайлик; $U_1 = U_{\text{чик}}$. Схеманинг ишлашидан, x_1 , x_2 , киришлардаги U_1 кучланиш босқичи мос, келса, транзисторлар очилиб, чиқишда U^0 босқичи пайдо бўлади. Шеффер элементи асосида ДТМ за ТТМ туркумли элементлар чиқарилади. ДТМ га мисол бўлиб: К156, К202, К 215 ҳамда ТТМ га: К130, К155, К555 х.к.

ПИРС ЭЛЕМЕНТИ (ЁКИ-ЭМАС)

Пирс элементи - ЭХМ нинг иккилик мантиқ, элементи бўлиб, кўшиш мантиғини тескари ўчириш билан амалга оширувчи элемент ҳисобланади. расмда элементнинг функционал схемаларда кўрсатиладиган шартли белгиси бу ерда, x_1 , x_2 , - киришлар. y - чиқиш. 2 киришли Пирс элементининг ишлаш мантиғи чинлик жадвали орқали берилган.



расмда элементнинг ишлашини очиб берувчи, вақт диаграммаси берилган, бу ерда, $U_0 - U_1$ «0», «1» нинг кучланиш даражаси. Вақт диаграммасидан, агар ЁКИ-ЭМАС схемаси киришига сигналлар ҳар вақтда ва ҳар хил моментда келса, унда чиқишдаги сигнал кириш сигналларининг инверсли бирлашиш натижаси бўлиб, аниқданади. Бу элемент киришларнинг барчасига мантиқий «0» берилса чиқишда мантиқий «1» ҳосил бўлади. Агар киришлардан бирортаси мантиқий «1» бўлса, чиқиш мантиқий «0» бўлади.

Назорат саволлари

1. Мантикий элементлар деб нимага айтилади?
2. Мантикий бошқарув алгоритми нима?
3. Асосий мантиқий амаллар қаторига қандай амаллар киради?
4. “Инкор қилиш” (инверсия) ҳақиқийлик жадвалини келтиринг.
5. Мантиқий "Қўшиш" амалини ҳақиқийлик жадвалини келтиринг.
6. Мантиқий "Кўпайтириш" амалини (конъюнкция), ҳақиқийлик жадвалини келтиринг.
7. Мантиқий ифодаларни ҳисоблаганда қандай тартибга риоя қилиниши керак?
8. Аксиома сифатида мантиқ амалларини бажаришда қабул қилинган маносабатлар?
9. n – разрядли кодли сигнал ёрдамида неча турли комбинацияли кодлар ҳосил қилиш мумкин?
10. Икки сатхли сигналлар деб нимага айтилади?
11. Мантиқий алгебра деб нимага айтилади?
12. Шиффер элементи деб нимага айтилади, шартли белгисини келтиринг.
13. Шеффер элементи асосида қандай туркумли элементлар чиқарилади?
14. Пирс элементи деб нимага айтилади, шартли белгисини келтиринг.

Маъруза 15 таркиби Дискретизациялаш, квантлаш ва кодлаш жараёнлари

Режа :

1. Аналогли электрон қурилмалар
2. Узлукли сигналлар
3. Дискрет электрон қурилмалар
4. Импульсные электрон қурилмалар:
5. кодлаш сигнал коди
6. Дискрет сигналлар
7. Аналог рақамли ва рақамли аналог ўзгартиргичлар

Калит сўз: Электрон қурилмалар, аналогли, дискрет, импульсли, ўзгартиргич, кодлаш, квантлаш, АИМ, жараёнлар, квантизация, кутблар

Аналогли электрон қурилмалар узликсиз диапазонда ҳар қандай қийматга эга бўлиши мумкин бўлган сигналларни қабул қилиш ва уларга ишлов беришга мўлжалланган. Аналогли қурилмалар ўзларининг соддалиги билан ажралиб туради, лекин улар ташқи таъсирга жуда тез берилувчан ҳисобланади (температура ўзгариши, намлик ва ҳ.).

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 саноқ тизими) электр сигналлари кўринишида ифодаланади.

Аналогли электрон қурилмалар узликсиз диапазонда ҳар қандай қийматга эга бўлиши мумкин бўлган сигналларни қабул қилиш ва уларга ишлов беришга мўлжалланган. Аналогли қурилмалар ўзларининг соддалиги билан ажралиб туради, лекин улар ташқи таъсирга жуда тез берилувчан ҳисобланади (температура ўзгариши, намлик ва ҳ.). *Аналогли электрон қурилмаларга:* электрон кучайтиргичлар, операцион кучайтиргичлар, камутатирлар компараторлар, стабилизаторлар ва бошқалар киради...

Дискрет электрон қурилмалар дискрет формадаги сигналларни қабул қилишга ва ишлов беришга асосланган, улар ўзларининг кам қувват талаб қилиши ва ташқи шум сигналларига бардошлилиги билан ажралиб туради.

Ўз новбатиди дискрет ЭҚ иккига бўлинади Рақамли ва импульсные (цифровые и импульсные).

Импульсли электрон қурилмалар сигналларнинг импульсли кетма-кетлигини ҳосил қилади. Аналог сигналларни импульс сигналлари кетма-кетлигида ифодалаш импульс модуляцияси дейилади. Амалда амплитудавий, фазавий, модуляциялар кенг тарқалган. **Импульсные электрон қурилмалар:** мультивибраторы, одновибраторы, триггеры, блокинг-генераторы, функциональные преобразователи, генераторы пилообразного напряжения, таймеры и т.д.

Рақамли электрон қурилмалар сигналларни маълум қонуният асосида ташкил қилинган бир хил сигналлар кетма-кетликдаги айлантриб беради. Рақамли ЭҚ ҳозирги пайтда жуда катта тезликда ривожланиб бормоқда бунга сабаб уларнинг ташқи шум сигналларига ўта бардошлилиги ва жуда узоқ вақт давомида маълумотларни сақлаш имкониятлари борлиги. **Рақамли электрон қурилмалар:** логические элементы, триггеры, регистры, счетчики, дешифраторы, шифраторы, мультиплексоры, демультиплексоры, сумматоры и т.д.

Аналог ахборотни рақамли кўринишга айлантриш 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.

Аналог рақамли узгартиргич - узлуксиз диапазонда ҳар қандай қийматга эга бўлиши мумкин бўлган сигналларни ўзига мутаносиб равишда рақамли сигналларга алмаштириш қурилмасидир.

Автоматлашган тизимларда ахборот алмашилиши сигналлар ёрдамида амалга ошади. Сигнални ташувчилари сифатида физик катталиклар тушунилади, масалан, ток, кучланиш, магнит ҳолатлар ва ҳ.к. Физик катталиклар ўзининг вақт функцияси орқали ёки белгиланган фазовий тақсимланишида ифодаланади

Частота, амплитуда, фаза, импульслар давомийлиги, кетма-кет импульслар серияларининг бир ёки бир нечта параллел линияларида тақсимланиши, тасвир нуқталарининг текислик ва х. к. ларда тақсимланиши каби узатувчи вақтли функцияларни аниқловчи

параметрлар (улар орқали ахборот узатиш ҳолатида) **ахборот параметрлари** деб аталади. Агар физик катталиқ икки ёки ундан ортиқ ахборот параметрларнинг ташувчиси бўлса, у кўп ўлчовли сигнал ҳисобланади. Ахборот параметрлар бир қатор аниқ миқдорлар тўпламига эга.

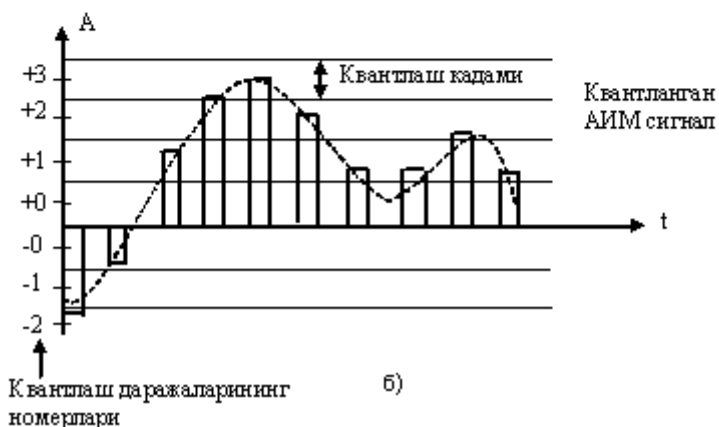
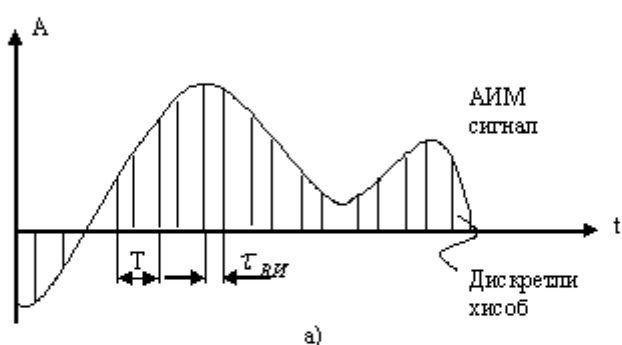
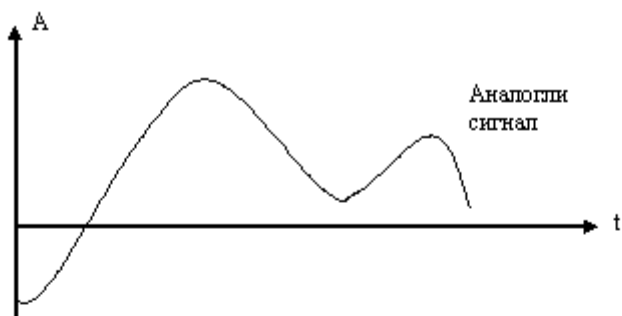
Аналог сигналлар узликсиз диапазонда ҳар қандай қийматга эга бўлиши мумкин бўлган сигналлар. (ахборот параметрлари берилган диапазон ичида ҳар қандай миқдорни қабул қилиши мумкин);

Дискрет сигналлар (ахборот параметрлари фақатгина берилган аниқ дискрет миқдорларни қабул қилиши мумкин); Узлуксиз сигналлар (ахборот параметрлари ҳар вақтда ўзгариши мумкин);

Узлукли сигналлар (ахборот параметрлари вақтнинг дискрет онларидагина бошқа миқдорни қабул қилиши мумкин);

Аналог рақамли ва рақамли аналог узгартиргичлар

Аналог рақамли узгартиргич (АРУ) куйидаги структуравий схема асосида қурилади



Аналог ахборотни рақамли кўринишга айлантириш учун уни **квантлайдилар**, яъни вақт бўйича узлуксиз сигналнинг 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.

- *биринчи жараён* сигнални дискретлаш

Квантлаш жараёни $U(t)$ узлуксиз функцияни $U^*_n(t)$, функция кўринишида ифодалашдан иборат:

Бунда $U(t)$ функцияни бутун диапазон бўйича $D=U(t)_{\max}-U(t)_{\min}$ N та уривларга бўлинади ва ҳар бир вақт оралиғидаги $U_n(t)$ нинг қиймати $U^*_n(t)$ функцияни энг яқин кўринишигача яқинлаштирилади.

- *иккинчи жараён* сигнални дискретлаш

Бу ерда $h=D/N$ катталик квантлаш қадами деб аталади, ва натижада аналог кўринишидаги $U(t)$ сигнал $U^*_n(t)$ кўринишидаги *дискрет сигналга* айланади.

- *Учинчи жараён* кодлаш

Дискрет хабарни маълум матн деб ҳисобласак, у ҳарфлардан, рақамлардан ва тиниш белгиларидан иборат бўлади. Дискрет хабар ҳамма элементларини рақамлаб чиқамиз ва бу ҳолда хабарни рақамлар шаклида узатишни амалга ошириш мумкин бўлади.

Ўнлик тизимида ҳисоблаш тизими асоси 10 рақами ҳисобланади. Ҳар қандай N – сонни қуйидаги шаклда ифодалаш мумкин:

$$N=\dots+a_2 10^2+a_1 10^1+a_0 10^0 ; \quad (1.8)$$

бунда a_0, a_1, \dots, a_n – коэффицентлари 0 дан 9 гача қийматларни олади. Масалан: 375 сони $3 \cdot 10^2+7 \cdot 10^1+5 \cdot 10^0$ шаклида ифодаланади.

Умуман ҳисоблаш асоси қилиб ҳар қандай M сони олиниши ва N сони қуйидагича ифодаланиши мумкин:

$$N=\dots a_3 m^3+a_2 m^2+a_1 m^1+a_0 m^0 ;$$

бунда $a_0, a_1, a_2, a_3 \dots a_n$ – коэффицентлар 0 билан $m-1$ орасидаги қийматларни ўз ичига олади.

Агар $m=2$ бўлса, унда иккилик ҳисоблаш тизимидан фойдаланиш ва ҳар қандай сонни фақат икки рақам 0 ва 1 орқали ифодалаш мумкин. Масалан: 15 рақами $1 \cdot 2^3+1 \cdot 2^2+1 \cdot 2^1+1 \cdot 2^0$

Иккилик тизимида арифметик ҳисоблаш жуда содда. Масалан, кўшиш қуйидаги қоида асосида бажарилади: $0+0=0$; $0+1=1$; $1+0=1$; $1+1=10$. Бундан ташқари иккилик модул билан кўшишда қуйидаги қоидага амал қилиш керак: $0 \oplus 0=0$; $0 \oplus 1=1$; $1 \oplus 0=1$; $1 \oplus 1=0$.

Агар дискрет хабар элементларини кетма-кетлигини иккилик сонлар кетма-кетлиги билан алмаштирсак, уларни алоқа канали орқали узатиш учун фақат иккита 1 ва 0 код символини узатиш кифоя қилади. Мисол учун: 0 ва 1 сонлари турли частотали тебранишлар ёки турли қутбли (“+” ёки “-“) доимий ток кетма-кетлигини узатиш орқали амалга ошириш мумкин. Ўзининг соддалиги билан иккилик асосда кодлаш турли алоқа тизимларида ва ҳисоблаш техникасида кенг қўлланилмоқда.

Аналогли кучланиш диапазони

Натурал бинар кодлар мусбат салмоғли кодлар туркумига киради ва унда манфий ҳосилловчилар йўқ. Энг катта қийматдаги рақам (+0,5) энг катта бит қиймати (MSB – Most Significant Bit) . Шунга мувофиқ, энг кичик қийматдаги рақам (+ an x 2-n) Least Significant Bit (LSB) – энг кичик бит қиймати деб аталади. LSB Q квантумнинг аналог қийматига эквивалент қийматга эга бўлади:

$$\text{LSB } Q = \frac{\text{Кучланиш диапазони}}{2^n}$$

1 – мисол 3 – битли квантизация

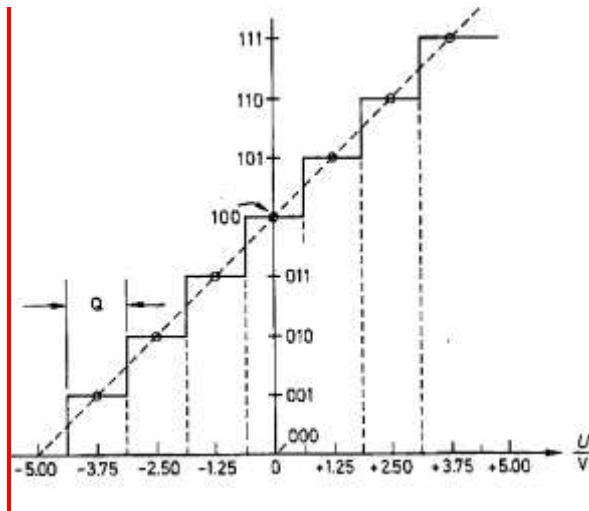
$$Q = \frac{10V}{2^3} = 1,25 V$$

2 – мисол 8 – битли квантизация

$$Q = \frac{10V}{2^8} = 0,039 V$$

Чиқиш коди ўзгармаган ҳолдаги кириш кучланишнинг ўзгариш интервали квантизация хатолиги туғилишига сабаб бўлади . Квантизация хатолигининг қиймати бевосита квантизацияга боғлиқ бўлади. Квантизация хатолигининг қиймати +Q/2 ва -Q/2 оралиғида бўлади. Бу хатolik квантизация ноаниқлиги ёки квантизация шовқини деб ҳам аталади.

Бошқарув инжинирингида одатда қўлланиладиган 10 V кучланиш диапазони билан бир қаторда ± 2,5 V; ± 5 V ва ± 10 V икки қутбли кучланиш диапазонлари ҳам ишлатилади. Икки қутбли кириш сигналлар кучланишнинг манфий ярим қисми кўтарилиб кодланади (2 – расм).

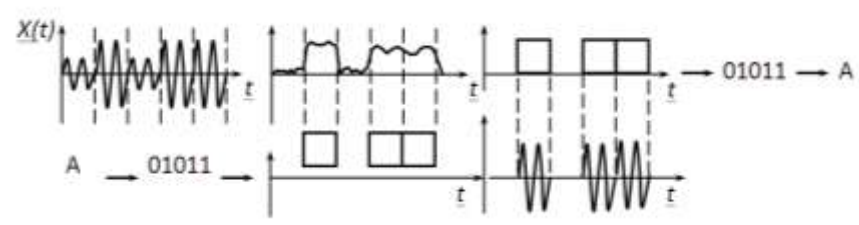


2 – расм. ± икки қутбли кучланишни квантлаш принципи

Кодлаш натижасида дискрет хабар элементлари уларга мос сонлар (код символлари 0 ва 1 лар тўплами) билан алмаштирилади. Дискрет хабар ҳар бир элементига элементар сигналлар жамлигидан иборат кодлар комбинацияси бириктирилади. Дискрет хабар ҳамма элементларга мос келувчи кодлар комбинациялари код деб аталади. Кодлаш қоидаси одатда код жадвали шаклида келтирилади ва хабар элементларига мос кодлар комбинациясидан иборат бўлади. Мисол учун 1.2-жадвал.

1.2-жадвал

Хабар элементи	Код комбинациялари	Сигнал
А	1 0 0 0 0	
Б	0 0 1 1 0	
В	0 1 1 0 1	
Г	0 1 0 1 0	



Назорат саволлари

1. *Аналогли электрон қурилмалар деб нимага айтилади?*
2. *Дискрет электрон қурилмалар деб нимага айтилади?*
3. *Импульсные электрон қурилмалар деб нимага айтилади?*
4. *Рақамли электрон қурилмалар деб нимага айтилади?*
5. *Сигналларнинг ахборот параметрлари нима?*
6. *Сигналларни кодлаш деганда нимани тушинасиз?*
7. *Иккилик саноқ системаси нима?*
8. *Разряд нима?*
9. *Квантлаш қадами нима?*
10. *Код камбинациялари нима?*
- 11.

Маъруза 16 таркиби Аналог ахборотларни дисекретловчи қурилмалр.

Аналог калитлар.

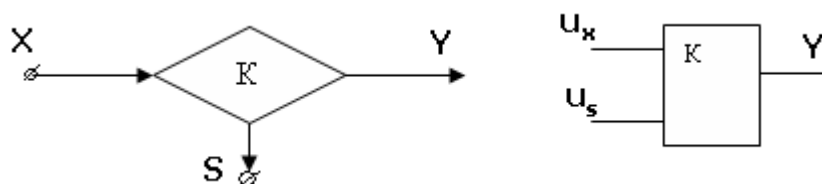
Режа:

1. Аналогл сигнал калитлари.
2. Аналог калитларнинг асосий параметрлари.
3. Биполяр транзисторларда ясалган калит схемалар.
4. Оптоэлектрон калитлар ва уларнинг хусусиятлари.

Калит сўз: Аналогли калитлар, бошқарувчи S сигналлар, ток калитлари ва кучланиш бўйича калитлар, Кетмакет калит, Паралел калит, Калитнинг тўғри қаршилиги, Қолдик кучланиш, Тескари қаршилик, Тескари ток, Калитнинг уланиш параметри, электрон калит, Биполяр транзисторларда, инвертор, Оптоэлектрон калитлар

Аналогли калитлар узлукчиз сигналларни занжирга улаш, узиш учун хизмат қилади. **Аналогли калитлар** – уланган ҳолатида узатилаётган сигнални ҳеч қандай ўзгаришларсиз узатиши ва узук ҳолатда занжирга ҳеч қандай сигналларни ўтказмаслиги билан характерланади.

Аналог калитлар – иккита киришга ва бир чиқишга эга бўлиб улардан **биринчиси** – X кириш канали бўлиб, у аналог кўринишдаги сигналларни (кучланиш ёки ток) киришига мўлжалланган. **Иккинчиси** – S кириш паст ёки юқори кучланишлар ёрдамида бошқаришга мўлжалланган кириш канали ва **учинчиси** – Y чиқиш канали. Анаолг калитнинг шартли белгиси 1-расмда келтирилган.



1-расм аналог калитнинг шартли белгиси

Бошқарувчи S сигналнинг катталигини мантиқий функция катталиги кўринишида бўлади "0" ва "1". Чиқиш юқорида кўрсатилган қийматга асосиан тегишли катталикни қабул қилади:

$$Y = \begin{cases} X, & \text{агар } S = 1 \\ 0, & \text{агар } S = 0 \end{cases}$$

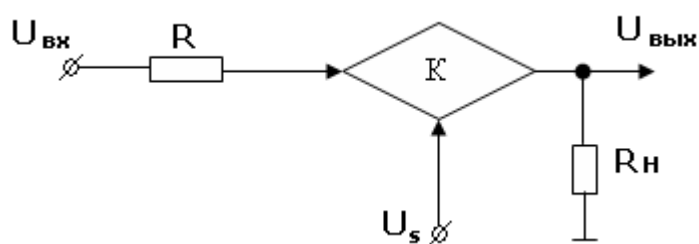
Демак бошқариш каналига S=1 берилганда электрон калит киришга берилган сигнални ҳеч қандай ўзгаришларсиз чиқишга узатади, агар S=0

берилса чиқишдаги сигналнинг катталиги 0 га тенг бўлиши керак

$$Y = X * S.$$

бу ҳолатни таҳлил қилиб биз аналог калитни оддий қилиб кўпайтириш блоги сфатида қарашимиз мумкин экан.

Одатда аналог калитлар уланиш типига қараб иккига бўлинади, **ток калитлари ва кучланиш бўйича калитлар**. 2-расмда кучланиш бўйича аналог калитнинг схемаси келтирилган бунда сигнал манбасининг қаршилиги R билан истемолчининг $R_{и}$ қаршилиги ўртасидаги муносабат $R \ll R_{и}$ катталик билан баҳоланади ва ўз навбатида калит очик ҳолатда сигналнинг катталиги кучланиш бўйича $U_{чик} = U_{кир}$ ток бўйича эса $i_{чик} = U_{чик} / R_{и}$ га тенг бўлади.



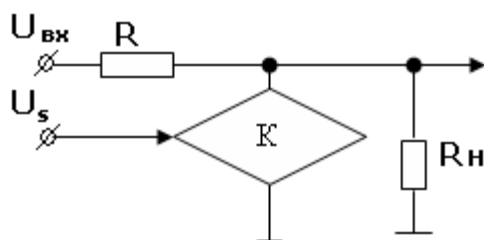
2-расм аналог калитнинг шартли белгиси

Агар $R \gg R_{и}$ бўлиб $i_{чик} = U_{кир} / R$ шарт бажарилса унда 2 – расмда келтирилган калит ток бўйича калитга айлатади. Юқоридаги шартдан кўриниб турибдики чиқиш токи истемолчининг қаршилигига $R_{и}$ жуда кучсиз боғлиқ бўлади экан.

Истемолчи билан уланишига қараб калитлар паралел, кетмакет ва кетмакет-паралел турларига бўлинади.

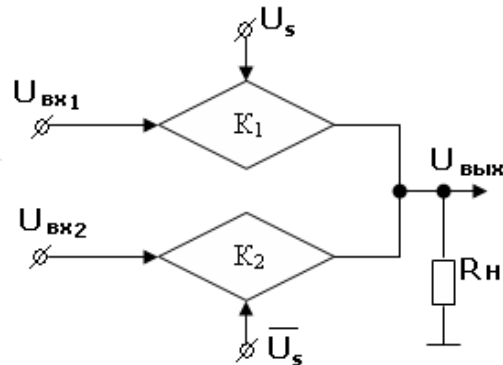
Кетмакет калит 2-расм $U_s = 1$ да очик $U_{вых}$ қийматга эга ва $U_s = 0$ калит ёпиқ ва қийматга эга $U_{вых} = 0$.

Паралел калит 3-расм очик ҳолатда ($U_s = 1$) истемолчини шунтлайди яъни келаётган сигнални ерга улайди, $U_{чик} = 0$, ва калит ёпиқ ҳолатда кириш сигналини чиқишга улаб беради.



3 - расм параллель калит

Кетмакет-паралел аналог калит U_S и $\overline{U}_S=1-U_S$, сигналлари билан бошқарилувчи иккита калитдан иборат бўлиб унда калитлардан бири ҳамма вақт очик иккинчиси эса ёпиқ бўлади. Бундай схеманинг чиқишида ҳамма вақт $U_S=1$ бўлганда $U_{чик}=U_{кир1}$, агар $U_S=0$ бўлганда $U_{чик}=U_{кир2}$ бўлади.



4- расм кетмакет-паралел калит

Аналог калитларда ўчириб ёқиш элементи бўлиши, улар ёрдамида кириш сигналларини чиқишга улаш имконияти бўлиши ва улар ўз навбатида маълум схематик кўринишда бўлиши билан биргаликда улар ток ва кучланиш кўринишига эга бўлган мантиқий сигналлар ёрдамида бошқарилиши, уларни очик ёки ёпиқ ҳолда ушлаб туриш учун малум бир катталиқка эга бўлган бошқариш сигналлари талаб қилиниши **аналог калитларнинг асосий характеристикалари ҳисобланади.**

Аналог калитларнинг асосий параметрлари:

- **Калитнинг тўғри қаршилиги** – $R_{тўғри}$ бу калитнинг очик ($U_S=1$), ҳолатдаги қаршилиги бўлиб (ясалган элементига боғлиқ) унинг катталиги жуда кичикдир (100 омдан 0,0001омгача);
- **Қолдик кучланиш** – e_0 калитнинг очик ҳолатига тўғри келувчи потенциаллар фарқи бўлиб калит орқали ўтаётган токнинг 0 қийматига тўғри келади. Бу катталиқ ҳар хил калитлар учун ўртача 0 вольтдан бирнеча милливольтгача бўлиши мумкин;
- **Тескари қаршилиқ** – $R_{тес}$. Бу қаршилиқ калитнинг ёпиқ ҳолатдаги қаршилиги бўлиб кириш ва чиқиш сигналларининг узиш қиймати ҳисобланиб унинг катталиги юзлаб МегаОМ қийматга етиши мумкин;
- **Тескари ток** – $i_{обр}$ бу ёпиқ калитнинг силжиб ўтиш токи ҳисобланиб унинг катталиги наноампердан микроампергача бўлиши мумкин;

- **Калитнинг уланиш параметри** – унинг очилиши $t_{\text{очил}}$ ёки уланиши $t_{\text{ёпик}}$ учун кетган вақт бўлиб бу динамик параметр ҳисобланади, ва унинг катталиги наносекунддан то микросекундгача бўлиши мумкин;
- **Камутация токи ёки кучланишининг катталиги** – бу очилиш ёки ёпилиши керак бўлган мантиқий сигналларнинг катталиги ҳисобланиб калитнинг ишлаш диапазонини билдиради;
- $R_{\text{тўғри}}$ ва e_0 катталиклар очик калитнинг статистик характеристикаси ва $R_{\text{тескари}}$ и $i_{\text{тескари}}$ катталиклар калитни ёпик ҳолатини баҳолайди.

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.

Биполяр транзисторларда ясалган калит схемалар

БТ да ясалган содда калит схемаси 5 – расмда келтирилган. Юклама қаршилиги РК эмиттери умумий шинага уланган транзисторнинг коллектор занжирига уланган. Калит иккита турғун ҳолатга эга бўлиши керак: очик ва берк.

Очик калит ҳолатига транзисторнинг тўйиниш ёки актив иш режими, берк ҳолатга эса - беркилиш режими мос келади.

Агар транзистор базасига манфий кучланиш берилса ($U_{\text{КИР}} < 0\text{В}$), у ҳолда эмиттер ва коллектор ўтишлар тескари йўналишда уланган бўлади, яъни берк ҳолатда бўлади. Бу вақтда транзистор коллектор токининг беркилиш режимида ишлайди ва калит узилган ҳолатда бўлади. Беркилиш режимида транзистор токлари мос равишда

$$I_{\text{Э}} \cong 0, I_{\text{К}} = I_{\text{К0}}, I_{\text{Б}} = -I_{\text{К0}} \quad (1) \quad .$$

Натижада транзистор коллекторидаги кучланиш

$$U_{\text{К}} = U_{\text{ЧИК}} = E_{\text{М}} - I_{\text{К0}} \cdot R_{\text{К}} \approx E_{\text{М}}, \text{ (мантиқий бир } U^1) \quad (2),$$

бўлиб, юкламанинг манбадан узилган ҳолатига мос келади (калит узилган).

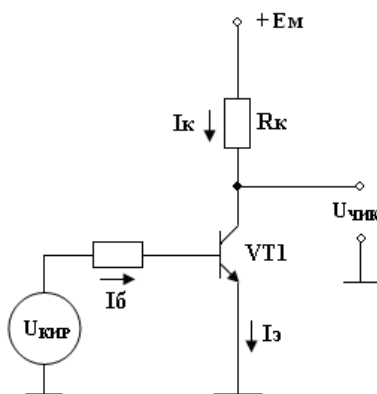
База занжирида R_B резистор мавжуд бўлганда транзистор база кучланиши

$$U_B = U_{BЭ} = -U_{КИР} + I_{K0} \cdot R_B \quad (3)$$

Юқори температураларда калит I_{K0} қиймати кескин ортади ва натижада эмиттер ўтишдаги кучланиш ҳам ортади. Шу сабабли беркилиш режимида транзистор нормал ишлаши учун қуйидаги шарт бажарилиши керак

$$-U_{КИР} + I_{K0} \cdot R_B \leq U_{БҮС} \quad (4),$$

бу ерда $U_{БҮС}$ – эмиттер ўтишдаги мусбат кучланиш $U_{BЭ}$ бўлиб, ушбу қиймат ортса транзистор берк режимдан актив режимга ўтади, яъни очилади.



5 – расм.

Интеграл технологияда бажарилган кремнийли транзисторлар учун $U_{БҮС}=0,5\div 0,6$ В.

Агар $U_{КИР}=0$, у ҳолда (9.4) шарт қуйидагича қайта ёзилади.

$$I_{K0} \cdot R_B \leq U_{БҮС} \quad (5) .$$

$U_{БҮС}=0,6$ В ва $I_{K0}=1$ мкА деб фараз қилсак, у ҳолда $R_{B,max}=0,6$ МОм га тенг бўлади.

Киришга $U_{КИР} \geq 0,7$ В (манتيқий бир U^1) кучланиш берилса транзистор актив ёки тўйиниш режимида ишлайди (калит уланган).

Калит режимда транзисторнинг актив иш режими маъқулланмайди, чунки юкламадаги ток фақат юклама R_K ва манба кучланиши E_M катталиги билан эмас, балки транзистордаги кучланиш пасайиши $U_{КЭ}$ билан ҳам аниқланади,

$$I_{Ю} = I_K = \frac{E_M - U_{КЭ}}{R_K} \quad (9.6) ,$$

яъни транзистор хоссаларига (параметрларнинг ўзгариши ва уларнинг температурага боғлиқлиги) ҳам боғлиқ бўлади. Бундан ташқари, актив режимда транзисторда қўшимча қувват $P_K = I_K \cdot U_{KЭ}$ сочилади, схеманинг ФИК камаяди.

Интеграл технологияда бажарилган кремнийли транзисторлар учун тўйиниш режимида $U_{ЧИК} = U_{KЭ} \cong 0,25$ В (мантикий ноль U^0). Аналог схемаларда алоҳида калитлар қўлланилади. Рақамли схемаларда эса **калитли занжирлар** қўлланилади. Бундай занжирларда ҳар бир калитни ўзидан олдинги калит бошқаради ва ўз навбатида бу калитнинг ўзи кейинги калит учун бошқарувчи ҳисобланади. Демак, агар олдинги калитда транзистор тўйиниш режими бўлса, у ҳолда бу калит кейинги калитни қайта улаши мумкин эмас.

Шундай қилиб, агар калит киришига мантикий ноль потенциали берилса, у ҳолда унинг чиқишида мантикий бирга мос потенциал ҳосил бўлади ва аксинча, яъни бундай калит инверс схема ҳисобланади ва **инвертор** деб аталади.

Асосий динамик параметрларидан бири бўлиб, схеманинг уланиш ва узилиш вақтидаги қайта уланиш жараёнлари билан аниқланадиган **тезкорлиги** ҳисобланади. Схема чиқишидаги кучланишнинг бўсағавий қиймати, кириш сигнаolini U^0 дан U^1 га ўзгартирганда маълум t_K^1 вақтига, U^1 дан U^0 га ўзагтирганда t_K^0 вақтига кечикади. Кечикишларга транзисторлар қайта зарядланиш сиғими ва юклама сабаб бўлади. Схема тезкорлиги ўртача кечикиш вақти билан аниқланади

$$t_K = 0,5 \cdot (t_K^1 + t_K^0).$$

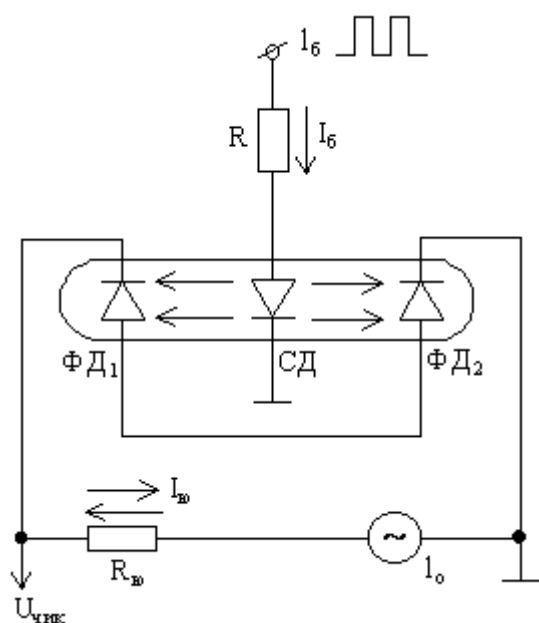
Схема истеъмол қилаёнган ток ортса, сиғимларнинг катта қайта зарядланиш тезлиги ҳисобига қайта уланиш вақти ортади. Лекин бу вақтда схеманинг истеъмол қуввати ортади. Шу сабабли ўртача кечикиш вақти қайта уланиш иши $A_K = Pt_K$ деб аталувчи катталиқ билан аниқланади. Замонавий ИМСлар учун $A_K = 10^{-12} - 10^{-14}$ Дж.

Оптоэлектрон калитлар

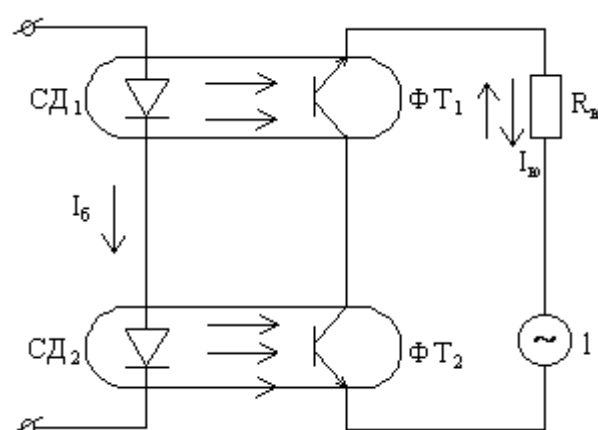
Диодли ва транзисторли калитлар аналог сигнали занжирларини комутацияси учун кенг қўлланилади. Яқин вақтларгача трансформаторли калитларни контактсиз бошқарилиши импульс трансформатор ёрдамида

амалга оширилар эди. Хозирги вақтда импульс трансформатор ўрнини муваффақият билан диодли ва транзисторли оптронлар эгалламоқда.

Расм 6 да кўрсатилган схемада $\Phi Д_1$ ва $\Phi Д_2$ оптронлар қарама - қарши уланган. Иккала фотодиод оптик канал орқали битта светодиодам СД ёрдамида бошқарилади. Фотодиодлар қарма - қарши уланганликлари учун $I_{ю} < I_{\phi}$ тоқлар диапазонида йўналтирилган диодлар нисбатан кичик қаршилиққа эгалар. Светодиод тоқи 10mA бўлганида ва оптоэлектрон калит очик бўлганида у қаршилиқни қиймати 10^3-10^4 Ом га тенг. Бириктирилмаган калит қаршилиғи 10^9 Ом га тенг. Қолдиқ кучланиш 20÷30 мВ ни ташкил этиши мумкин. Яхши техник кўрсаткичларга бир турдаги транзисторли оптронларда қурилган калитлар эга. Расм 7 да кўрсатилган схема компенсацион тамойил буйича ташкил этилган. $\Phi Т_1$ ва $\Phi Т_2$ фототранзисторлар қарама-қарши уланган, шунинг учун қолдиқ кучланиш ёритилган ва тўйинган фототранзисторлардаги кучланишлар фарқига тенг.



Расм 6



Расм 7

Компенсацион турдаги калитларнинг сифати жуфтли схема комбинацияларида қўлланиладиган транзисторлар тавсифларининг ўхшашлиғига жуда боғлиқ. Нормал ва инверс уланган режимларда транзисторлар хусусиятларини тенглаштирувчи транзистор структурасининг симметрияси ҳам жуда муҳим. Бу турдаги схемаларда битта технологик жараёнда тайёрланган интеграл транзисторли узгични қўллаш мақсадга мувофиқ.

Назорат саволлари

1. Аналогли калитлар деганда нимани тушинасиз?
2. Ток калитлари ва кучланиш бўйича калитларга тариф беринг ва ишлаш принципларини тушинтиринг?
3. Кетмакет ва паралел калитларнинг ишлаш принциплари ва қўлланиш соҳалари?
4. Аналог калитларнинг асосий характеристикаларини санаб ўтинг.
5. Калитнинг тўғри қаршилиги нима?
6. Калитнинг қолдик кучланиши деб нимага айтилади?
7. Тескари қаршилик деб нимага айтилади?
8. Калитнинг уланиш параметри деганда нимани тушинасиз?
9. Биполяр транзисторларда ясалган калит схемасини келтиринг ва тушинтириб беринг?
10. Оптоэлектрон калитлар нима?

Маъруза 17 таркиби: Аналогли такқослагич қурилмалари – компараторлар

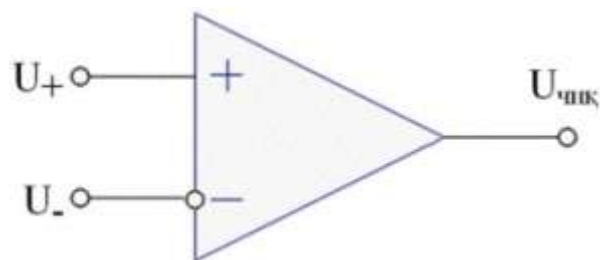
Режа:

1. Аналогли сигнал калитлари.
2. Компараторларнинг асосий катталиклари.
3. Гистерезис ҳалқаси.
4. Синфаз сигналнинг кучсизланиши.
5. Компараторнинг кириш қаршилиқлар
6. Компараторларнинг асосий динамик парааметри
7. Компараторларнинг асосий динамик парааметри

Калит сўзлар: Компаратор, таққослаш, бўсағавий сезгирлик, силжиш кучланиши, кириш тоқлар, гистерезис ҳалқаси кучланиши, синфаз сигналнинг кучсизланиши, компараторнинг кириш қаршилиқлар, мантиқий чиқиш сигналларининг катталиги, компараторларнинг асосий динамик парааметри, мантиқий чиқиш сигналларининг катталиги, бўсағавий кучланишлар.

Бизга маълумки электрон қурилмалар иккига яъни *аналог ва рақамли* турларга бўлинади. Замонавий бошқариш системаларини бу икки турларсиз тасаввур қилиш қийин. Функционал *электроникада аналог қурилмалар* ҳар хил датчиклар ва механизмлардан малумотларни олиш жараёнларини амалга оширса, *рақамли қурилмалар* жараёнларни талаб қилинган ёки олдиндан белгиланган алгоритмлар асосида бошқариш жараёнини ўз зиммасига олади. Ўз навбатида икки тур ўртасидаги муносабатларни - *аналог рақамли (АРЎ)* ва *рақамли аналог ўзгартирувчилар (РАЎ)* ёрдамида амалга ошириширилади.

Бу ўзгаришларни амалга оширишда *компараторлар* асосий ўринда туради. *Компаратор бу – киришга берилаётган аналог сигналларни таянч катталиқлар билан солиштирувчи, таққословчи қурилма* бўлиб, иккита киришга эга (инвертирловчи ва ноинвертирловчи), унинг вазифаси схематик қурилишига боғлиқ ҳолда киришларига берилган иккита сигнални таққослаб, уларнинг нисбатини чиқишга узатиб беришдан иборат. *Таққослаш натижаси бўлиб мантиқий сигнал ҳисобланади.* Агар ноинвертирловчи киришдаги кучланиш инвертирловчи киришдаги кучланишдан юқори бўлса чиқишда мантиқий 1 (ёки белгиланган кучланиш) ҳосил бўлади, агар инвертирловчи киришдаги кучланиш юқори бўлса мантиқий 0 ҳосил бўлади.



U_+ – ноинвертирловчи кириш;

U_- – инвертирловчи кириш;

$U_{чик}$ – чиқиш.

Компараторлар асосан датчиклар яратишда, аналог сигналларни рақамли ишловчи қурилмаларда, кучланиш стабализаторида калит бошқарилувчи қурилмаларда ва бошқа соҳаларда ишлатилади. Манфий тескари боғланиш занжири бўлмаган операцион кучайтиргич ҳам компаратор сифатида ишлатилади.

Компараторнинг ишлаш алгоритми қуйидаги ифода билан баҳоланади.

$$U_{чик} = U^1, \text{ агар } U_{кир} < U_{чега},$$

$$U_{чик} = U^0, \text{ агар } U_{кир} > U_{чега}$$

Компараторнинг энг сода схематик кўриниши ва унинг узатиш характеристикаси қуйидаги 1-расмда кўрсатилган, унда кўрсатилган компаратор чегаравий қурилма ҳисобланиб бунда киришга берилаётган сигнал маълум бир катталиққа эга бўлган таянч сигнал билан солиштирилади ва натижа 1б-расм да тасвирланганидек чиқишда агар кириш сигнали таянч сигналдан катта бўлса чиқишга 1, ва ўз навбатида кичик бўлса чиқишга 0 қиймат узатилади.

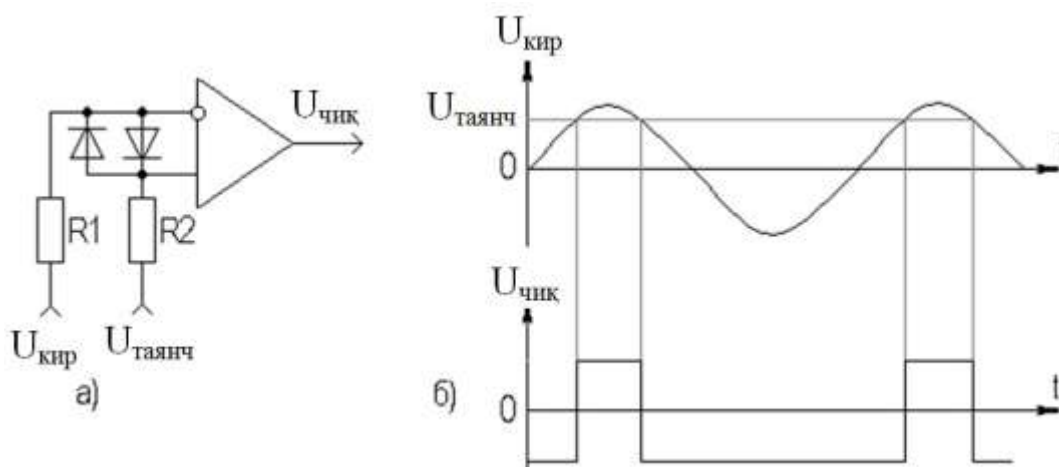
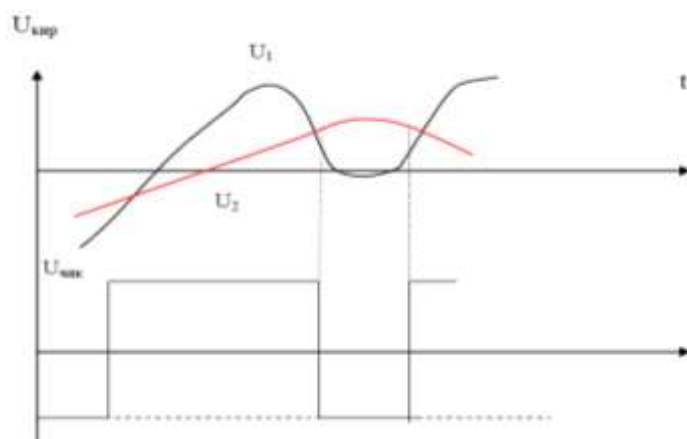
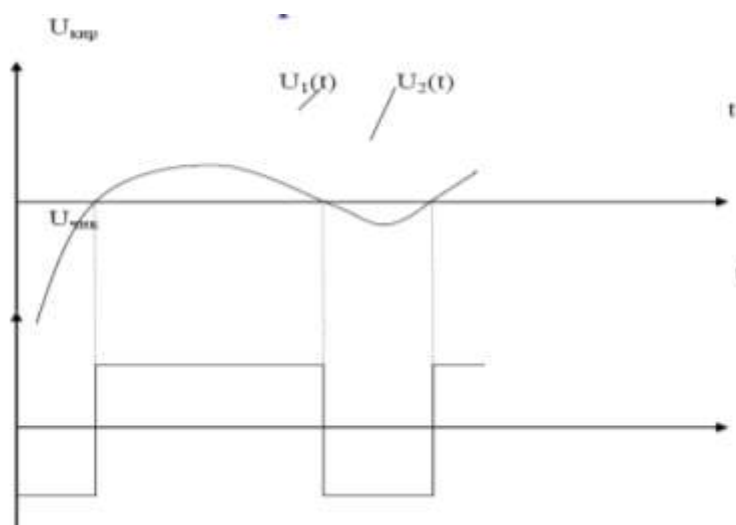


Рис - 1



2- расм Иккита сигнални ўз аро таққословчи компараторнинг чиқиш характеристикаси



3- расм ноллик-сатх компараторнинг чиқиш характеристикаси

Компараторларнинг асосий катталиклари бу унинг **динамик ва статик катталиклари** ҳисобланади.

Компараторларнинг статик катталиклари:

- **Бўсағавий сезгирлиги** — бу компараторнинг сезиши мумкин бўлган ва натижани мантиқ кўринишида таъминлашга қодир бўлган, сигналлар ўртасидаги энг кичик фарк;
- **Силжиш кучланиши** U_{CM} — чиқиш характеристикасини берилган кучланишга мутаносиб равишда силжиши;
- **кириш токлари** $I_{кир(+)}$ ва $I_{кир(-)}$ — камутаторнинг кириш шиналари орқали ўтувчи тоқлар;
- **кириш тоқларининг фарқи** $\Delta I_{кир} = I_{кир(-)} - I_{кир(+)}$ — кириш шиналарининг ўз аро қисқа туташтирилган ҳолатдаги тоқлар;
- **гистерезис ҳалқаси кучланиши** U_H — компараторнинг

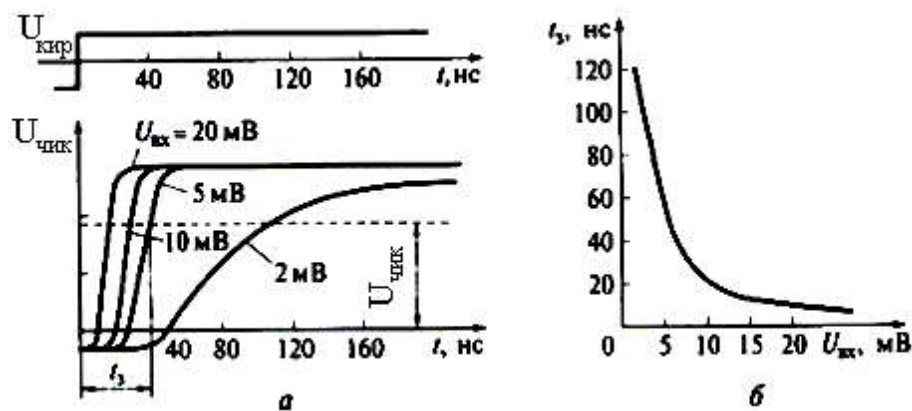
ишга (вызывающих срабатывание компаратора) тушиш кучланиши бўлиб кириш сигналларининг фарқи;

- **Синфаз сигналнинг кучсизланиши** $K_{осс}$ — компараторнинг ишга (вызывающих срабатывание компаратора) тушиш учун керак бўладиган синфаз кучланишнинг дифференциал кучланишга нисбати

$$K_{осс} = \left(\frac{U_{син}}{\Delta U_{кир}} \right);$$

- **компараторнинг кириш қаршилиги** — $R_{кир}$;
- **мантиқий чиқиш сигналларининг катталиги** — U^1 чиқ и U^0 чиқ
- **чиқиш тоқларининг катталиги** — $I_{чик}$ — компараторнинг чиқиш шиналаридаги тоқларнинг катталиги.

Компараторларнинг асосий динамик параметри—компараторнинг кириш сигнални чиқишга узатишга кетган вақт ҳисобланади. Кириш сигнали $U_{кир}$ қанча катта бўлса унинг тезлиги ҳам шунча катта бўлади.

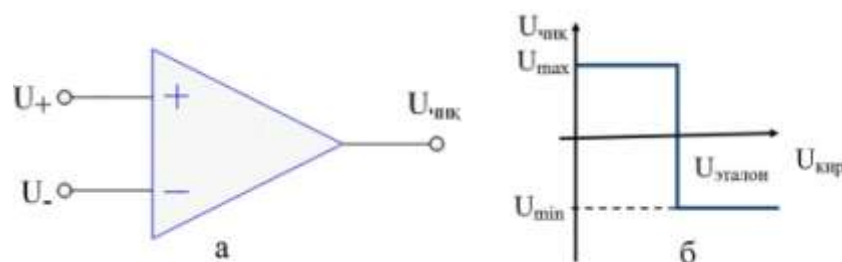


4- расм компараторнинг чиқиш характеристикалари.

Юқоридаги расмда компараторларнинг киришига берилаётган кучланишнинг катталигига ($\Delta U_{чик} = 2... 20$ мВ.) қараб унинг уланиш вақти ўзгариши функцияси кўрсатилган $t_{уланиш}$ бу графикларни анализ қилиб киришга берилаётган сигналнинг қиймати қанча катта бўлса уланиш вақти шунча кичик бўлиши тўғрисида хулоса чиқаришимиз мумкин.

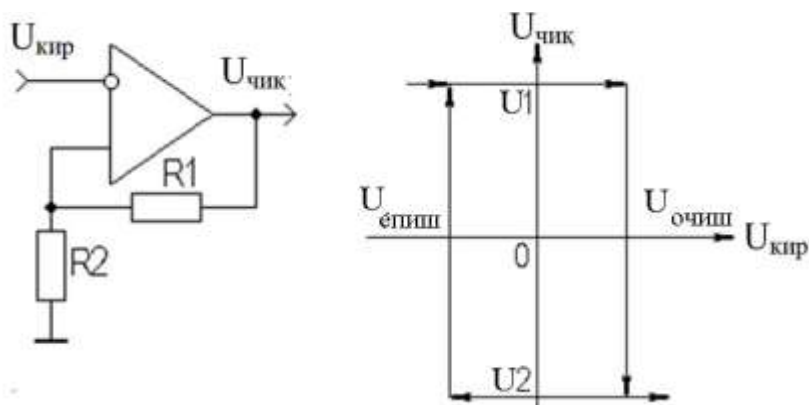
Амалий кучайтиргичлардан фарқли ўлароқ (ОУ Операционный усилитель) компараторларда манфий тескари алоқа амалда умуман фойдаланилмайди бунинг сабаби уни стабил ишлашига йўл қўймаслигидир,

лекин уланиш пайтидаги «дребезга» яъни сачраш жараёнини олдини олиш учун мусбат тескари алоқадан фойдаланилади.



5 расм

Юқорида тақидлаганимиздек компараторлар бир сатҳли ва икки сатҳли бўлиши мумкин. 5- расмда бир сатҳли камутаторнинг схемаси ва чиқиш характеристикалари келтирилган.



6-расм

Юқоридаги 6-расимдан кўришиб турибдики компаратор гистерезис ҳалқасига эга бу занжирда мусбат тескари алоқанинг борлиги билан боғлиқдир. Схеманинг ҳолатини U_2 га ўтиши кириш кучланиши қийматини $U_{очиш}$ кучланишига тенглашгани билан боғлиқ десак, ўзнинг аввалги ҳолатига қайтишини $U_{чик} = U_1$ кириш сигналининг катталиги камайиб $U_{эпиш}$ кучланишига тенглашганлиги оқибатида юз беради. Компараторларнинг бўсағавий кучланишлари ва гистерезис ҳалқасининг кенглигини қуйидаги формулалар орқали аниқлаш мумкин:

$$U_{очил} = \frac{U_2 R_1}{(R_1 + R_2)},$$

$$U_{эпиш} = \frac{U_1 R_1}{(R_1 + R_2)},$$

$$U_{\text{гис}} = U_{\text{очил}} - U_{\text{ёпил}} = \frac{R_1(U_2 - U_1)}{(R_1 + R_2)}$$

Бўсағавий кучланишларни белгиланиши компараторнинг ташқи шовқинларга нисбатан сезгирлигини камайтириш учун киритилади бунда ташқи шовқинлар қандай бўлишидан қатий назар компараторда белгиланган бўсағавий кучланишларга етмагунча ҳеч қандай узиш ёки уланишлар амалга оширилмайди.

Компараторларнинг узатиш характеристикасини ўзгартириш учун одатда силжиш кучланиши $U_{\text{силж}}$ киритилаган бу кучланиш инверсловчи киришга берилади ва унинг катталигини ўзгартириб гистерезис ҳалқасини ўнгга ёки чапга суриш мумкин(рис. 7).

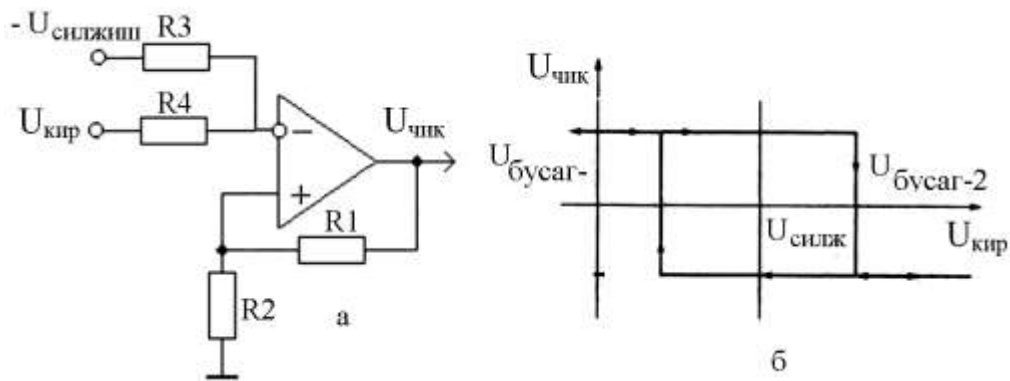


Рис – 7

Функционал электроникада компараторлар сифатида ПС521, К554, К597, К1401 серияли микросхеалар ишлатилади. К521СА3 сериядаги компараторлар прецизион компараторлар ҳисобланади уларда балансировка ва стробирлаш хусусиятлари ҳам мавжуд. К521СА1 серияли микросхемалар умумий киришга эга бўлган 2 компаратордан иборат бўлиб улар иккита алаогли сигналларни солиштириш учун хизмат қиладилар. К1401СА1 серияли микросхемалар кўп каналли ҳисобланиб уларнинг корпусида тўртта кампаратор мужассамлашган бўлади.

Интеграл технологияда бажарилган компараторларнинг умумлашган параметрларини ҳисобга олиб уч гуруҳга бўлиш мумкин.

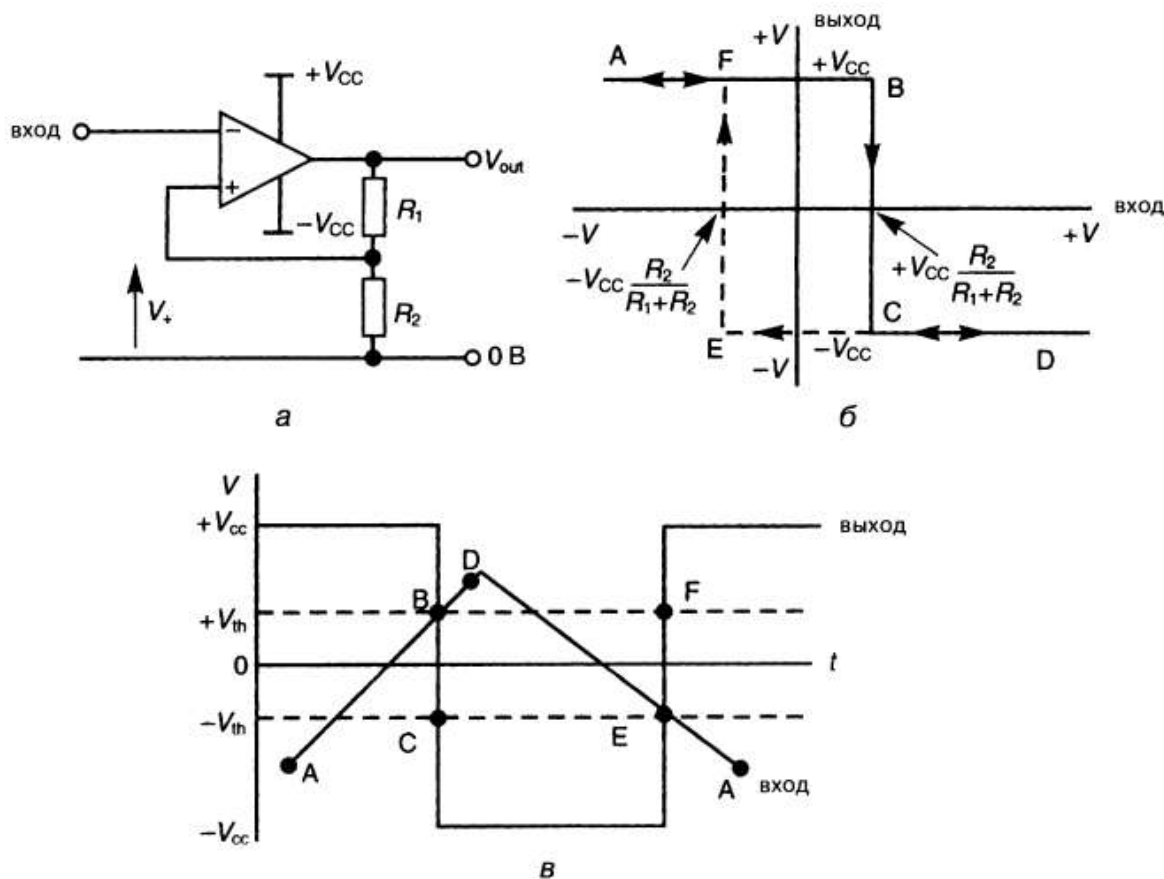
- ✓ Умумий қўлланишга мўлжалланган ($t_3 < 300$ нс, $K_V < 100$ дБ);
- ✓ Тезкор ($t_3 < 30$ нс);
- ✓ Ўта аниқ прецизионные ($K_V > 100$ дБ, $U_{СК} < 3$ мВ, $\Delta I_{вх} < 10$ нА).

Компараторлар асосан датчиклар яратишда, аналог сигналларни рақамли ишловчи қурилмаларда, кучланиш стабализаторида калит бошқарилувчи қурилмаларда ва бошқа соҳаларда ишлатилади. Манфий

тескари боғланиш занжири бўлмаган операцион кучайтиргич ҳам компаратор сифатида ишлатилади.

Назорат саволлари

1. Компараторга тариф беринг.
2. Компараторларнинг асосий катталиклари нималардан иборат?
3. Компараторнинг бўсағавий сезгирлиги деганда нимани тушинасиз?
4. Компараторнинг силжиш кучланиши деганда нимани тушинасиз?
5. Компараторларнинг асосий динамик параметрларини санаб ўтинг.



7.8 Компаратор с гистерезисом (триггер Шмидта):

а — схема; б — переходные характеристики; в — диаграммы входного и выходного напряжения.

Чтобы описать работу схемы на рис. 7.8, а, допустим, что входной сигнал (наинвертирующем входе) имеет большую отрицательную величину. Соответствующее выходное напряжение V_{CC} — положительное; на графике 7.8, б, оно обозначено точкой А. Подаваемое напряжение на неинвертирующий вход V_+ определяется как:

$$V_+ = V_{th} = V_{CC} \frac{R_2}{R_1 + R_2},$$

где V_{th} — пороговое напряжение. Выходное напряжение остается неизменным, пока входное напряжение более отрицательное, чем V_+ (обычно более 0,1 мВ). Предположим, что входной сигнал становится все менее и менее отрицательным, переходит через ноль, становится все более положительным (как бы проходит от точки А до точки В на рис. 7.8, б). Когда напряжение достигает порогового значения, компаратор переходит в очень узкую область своего функционирования: уменьшение разницы между входами уменьшает выходное напряжение. Это уменьшение выходного напряжения уменьшает напряжение на входе V_+ и, следовательно, увеличивает разницу между входами, уменьшая выход еще больше. Вследствие этого выходное напряжение изменяется с V_{CC} до $-V_{CC}$, (на графике это переход из точки В в точку С). И это изменение происходит так быстро, как быстро компаратор может переключиться. Все это — результат положительной обратной связи, которая осуществляется через делитель напряжения. Далее на выходе нет никаких изменений, пока входное напряжение изменяется от точки С до точки D. Новое значение входного напряжения $V_+ = V_{th}$

$$V_{th} = -V_{CC} \frac{R_2}{R_1 + R_2}.$$

Если входное напряжение уменьшится от этого значения на точке D, выход остается неизменным до тех пор, пока входное напряжение не достигнет нового значения на точке E. Выходное напряжение изменит свое значение на $+V_{CC}$, перейдя на точку F. И процесс начинается сначала.

Из описания процесса гистерезиса видно, что, когда выход изменяется от В до С или от E до F, входное напряжение изменяется на $2V_{th}$ (ширина петли), меняя свое значение с V_{ih} на противоположное. Следовательно, небольшие изменения (меньше $2V_{th}$), такие как шумы и помехи, не вызывают изменений на выходе. График формы сигнала представлен на рис. 7.8, в. Значение напряжения V_{th} — это требуемое для определенного применения и достигается подбором резисторов обратной связи. В схеме на рис. 7.8, а, делитель напряжения формирует симметричные пороги компаратора (относительно линии О В). Для некоторых применений цепь обратной связи можно разработать так, что получатся асимметричные пороги напряжения.

Маъруза 18 таркиби: Электр сигналларни аналог ўзгартирувчилари.

Режа:

1. Ом қонуни
2. Чизиқли электр занжирлар
3. Ночизиқли электр занжирлар
4. Параметрик занжирлар

Калит сўзлар: Компаратор, таққослаш, бўсағавий сезгирлик, силжиш, чизиқли электр занжирлар, ночизиқли электр занжирлар, параметрик занжирлар.

Чизиқли занжирлар

Агарда электр занжири элементлари (R, L ва C) параметрлари доимий бўлса, яъни вақт давомида ўзгармас ва улардан ўтаётган ток, ёки кучланишга боғлиқ бўлмаса бундай занжир *чизиқли электр занжир* деб аталади.

Қаршилик учун Ом қонуни асосидаги чизиқли боғланиш $U=RI$, $I=U/R$ ва $I=GU$ бажарилади.

Ўзгарувчан ток ўтувчи доимий сиғимли конденсатор учун

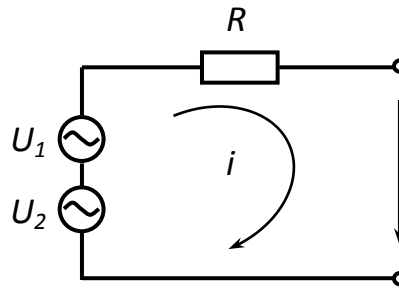
$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt}(CU) = C \frac{dU}{dt} \quad \text{ёки} \quad U = \frac{1}{C} \int i dt ,$$

бунда $q=CU$ заряд Кулонда бўлиб q ва U орасида чизиқли боғлиқлик мавжуд.

Доимий индуктивликдаги кучланиш

$$U = \frac{d\Phi}{dt} \frac{d}{dt}(Li) = L \frac{di}{dt} \quad \text{ёки} \quad i = \frac{1}{L} \int U dt ,$$

бунда $\Phi=Li$ – магнит оқими токга пропорционал. Чизиқли электр занжирларга (ЧЭЗ) нисбатан суперпозиция принципини қўллаш мумкин, яъни ЧЭЗ киришига бир неча синал берилгандаги чиқиш токи, ҳар бир сигнал алоҳида – алоҳида берилгандаги чиқиш токлари йиғиндисига тенг. Масалан: ЧЭЗ ўтаётган ток қўйилган кучланиш билан $i=aU$ ифода орқали боғланган бўлсин ва $U_k=U_1+U_2$ бунда $i_{\Sigma}=a_1U_1+a_2U_2$ бўлади. Агар $U_2=0$ бўлса $i_1=aU_1$ бўлади ва $U_1=0$ бўлса $i_2=aU_2$ ва ниҳоят $i_1+i_2=i_2=a_1U_1+a_2U_2$ га тенг бўлади. ЧЭЗ да янги киришига берилмаган спектрал ташкил этувчилар пайдо бўлмайди. Чизиқли режимда ишловчи актив элемент вольт-ампер тавсифи $i=aU$ бўлса киришига



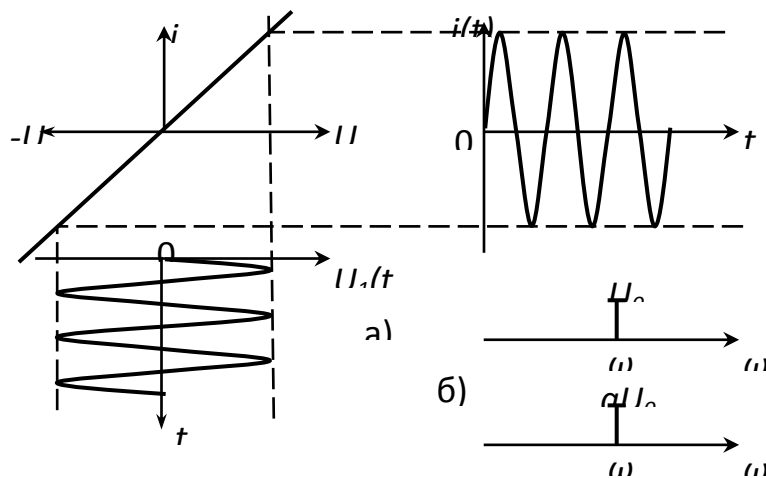
1-расм.

$$U(t) = U_0 \cos(\omega_0 t + \varphi_0) \quad (1)$$

кучланиш берилса ундан

$$i(t) = a U_0 \cos(\omega_0 t + \varphi_0) \quad (2)$$

ток ўтади (2а-расм).



2-расм.

Актив чизиқли элементдан ўтаётган ток киришдаги сигнал шаклини такрорлайди.

Агар ЧЭ киришига турли частотали бир неча сигнал берилса, у орқали частоталари кириш сигнали частотасига мос бир неча ток спектрал ташкил этувчилари ўтади.

Агар чизиқли элемент сифатида L ёки C лар олинса, у ҳолда ҳам ток спектри бойимайди, чунки гармоник функциялардан олинган ҳосила ва интеграл ҳам гармоник функция бўлади. Бунда ток ёки кучланиш амплитудаси ва фазаси ўзгариши мумкин.

Ночизиқли электр занжирлар

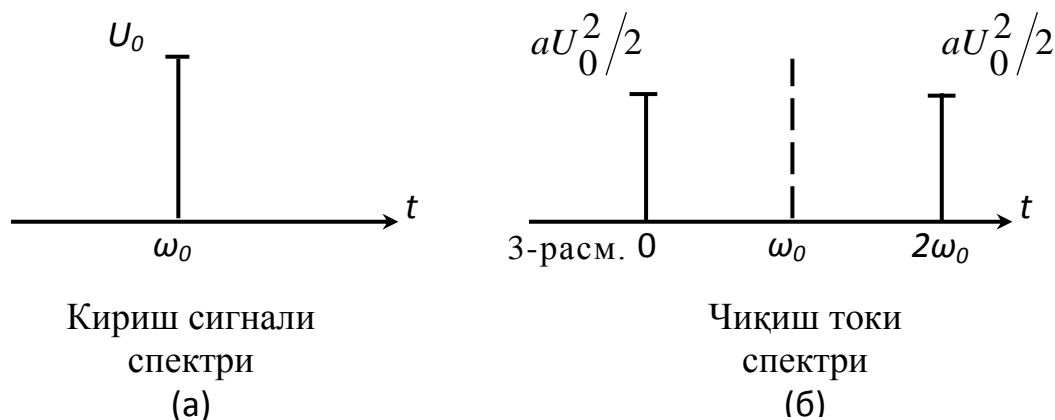
Агар электр занжирида кўрсаткичи катталиги ўтаётган ток қиймати ёки қўйилган кучланишга боғлиқ бирор-бир қаршилик, конденсатор ёки индуктивлик бор бўлса, бундай ЭЗ nochiziqli электр занжир (НЭЗ) ҳисобланади. Бунда $R = \Phi(u, i)$, $C = \Phi(u)$ ёки $L = \Phi(i)$ бўлади.

НЭЗ га нисбатан суперпозиция принципини кўллаш мумкин эмас, чунки НЭга бир вақтда бир неча кириш сигнали берилгандаги чиқиш токи, улар алоҳида-алоҳида берилганда пайдо бўладиган тоқлар йиғиндисига тенг бўлмайди. Масалан: НЭдан ўтаётган ток ундан ўтадиган ток билан $i=aU^2$ ифода шаклида боғланган бўлсин. Агар $U_k=U_1+U_2$ бўлса, $i_\Sigma=aU_1^2+aU_2^2+2aU_1U_2$ бўлади. Кириш сигналлари алоҳида-алоҳида берилса $i_1=aU_1^2$ ва $i_2=aU_2^2$ қийматларга эга бўлади, i_1 ва i_2 тоқларнинг йиғиндиси $i_1+i_2 \neq i_\Sigma$ бўлади ва фарқ $2aU_1U_2$ га тенг бўлади.

НЭЗ да янги спектрал ташкил этувчилар ҳосил бўлади. Масалан $i=aU^2$ ва $U=U_0\cos(\omega_0t+\varphi_0)$ бўлса, ток

$$i=aU_0^2 \cos^2(\omega_0t+\varphi_0)=aU_0^2/2 + aU_0^2/2 \cos(2\omega_0t+2\varphi_0) \quad (3)$$

дан иборат бўлади. Бунда ток ўзгармас ташкил этувчи $aU_0^2/2$ ва кириш сигнали иккинчи гармоникаси билан тебранувчи ток ташкил этувчисидан иборат бўлади. 3-расмда кириш кучланиши ва чиқиш токи спектрлари келтирилган.



НЭЗ дан сигналлар ўтганда токнинг янги спектрал ташкил этувчилари ҳосил бўлиши радиотехникада сигналларни турлича ўзгартиришда кенг фойдаланилади.

Параметрик занжирлар

Агарда ЭЗ даги R , L , C элементлардан бирортасининг параметри қаршилиги, сиғими ёки *индуктивлиги вақт бўйича ўзгарса бундай занжирлар параметрик занжирлар (ПЭЗ) деб аталади.*

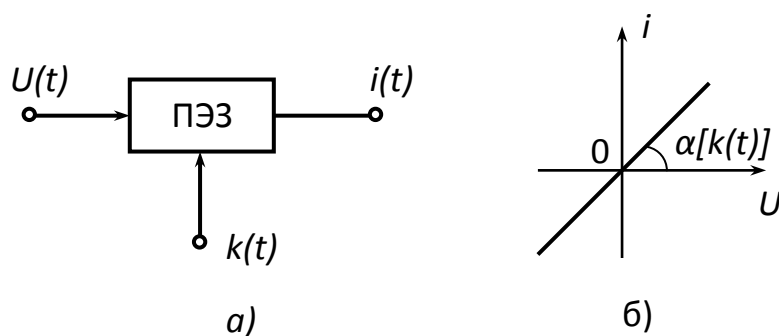
ПЭЗ икки таъсир: кириш тебраниш сигнали $U(t)$ ва бошқарувчи тебраниш $K(t)$ таъсирида бўлади (4-расм).

Бунда бошқарувчи тебраниш ток ёки кучланиш бўлиши шарт эмас.

Бошқарувчи тебраниш электрик, механик ёки иссиқлик шаклида бўлиши ҳам мумкин.

ПЭЗ учун қуйидаги математик ифодани келтириш мумкин:

$$i(t)=K(t) \cdot U(t). \quad (4)$$



4-расм.

Бу ифодадан ток кучланишга оний боғлиқлиги чизиқли бўлиб, бу боғлиқлик узатиш коэффиценти K нинг вақт бўйича ўзгариб туриши натижасида чизиқсиз боғлиқ бўлиб қолади. Узатиш коэффиценти K нинг вақт бўйича ўзгариши қиялик бурчаги $\alpha=\Phi[K(t)]$ нинг вақт бўйича ўзгаришига сабаб бўлади (4б-расм).

Параметрик элемент сифатида қаршилиги вақт бўйича ўзгариб турувчи резисторни оламиз. Бунда

$$U=R(t) \text{ ёки } i=U/R(t)=G(t) \cdot U \quad (5)$$

бўлиб, $G(t)$ – параметрик резистор ўтказувчанлиги. Агар кириш тебраниши

$$U=U_1+U_2 \quad (6)$$

бўлса, параметрик элементдан ўтаётган ток

$$i=G(t) \cdot (U_1+U_2)=G(t) \cdot U_1+G(t) \cdot U_2=i_1+i_2 \quad (7)$$

бўлади. (7) ифодадан кўришиб турибдики, ПЭЭ ларга нисбатан суперпозиция принципини қўллаш мумкин.

ПЭЭ дан ўтаётган ток спектри кириш сигнали спектрдан фарқланади, яъни бундай ЭЗ да янги спектрал ташкил этувчилар пайдо бўлади. Масалан: параметрик резистор ўтказувчанлиги (5-расм) вақт бўйича гармоник тебраниш қонуни билан ўзгариши, яъни

$$G(t)=G_m \cos \omega_0 t \quad (8)$$

бўйича ўзгарса ва унинг киришига

$$U_k=U_m \cos \omega_0 t \quad (9)$$

гармоник ўзгарувчи кучланиш берилсин.

Бунда ПЭ резистордан ўтувчи ток (5) га асосан

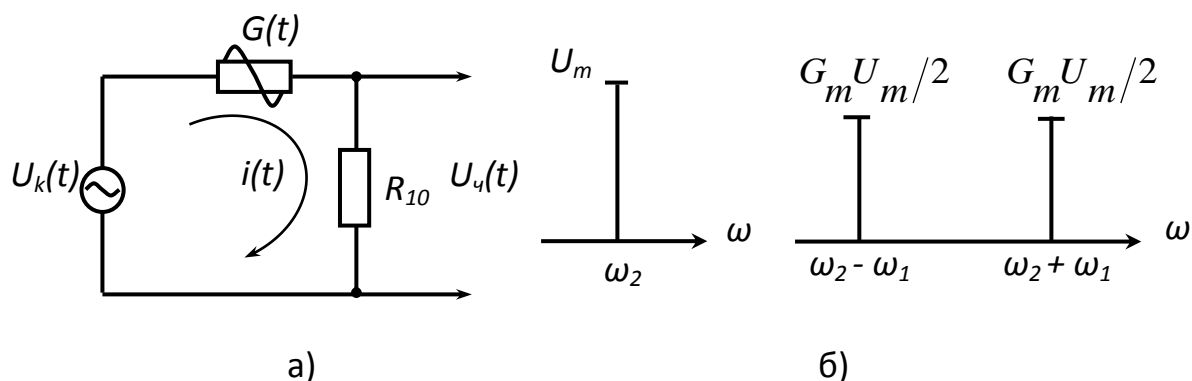
$$i=G_m \cos \omega_1 t \cdot U_m \cos \omega_2 t \quad (2.10)$$

га тенг бўлади. (2.10) формулани тригонометрик функциялар кўпайтмаси шаклида ўзгартирсак

$$i = 0,5G_m U_m \cos(\omega_2 t - \omega_1 t) + 0,5G_m U_m \cos(\omega_2 t + \omega_1 t) \quad (11)$$

кўринишини олади.

(10) ифодадан ПЭ лар кириш сигнали спектрини бойитиш хусусияти кўришиб турибди (5б-расм).

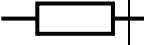


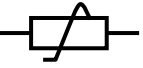










5-расм.

Ночизикли параметрик электр занжирлар резистор, индуктивлик ва конденсаторларнинг баъзилари параметрик элемент бўлиш билан бир вақтда ночизикли элемент хусусиятига эгадирлар. Агар ЭЗ да шундай элементлардан бирортаси бўлса, у ҳолда бундай ЭЗ ночизикли параметрик электр занжир деб ҳисобланади.

НПЭЗ ларни ҳисоблашда суперпозиция принципини қўллаб бўлмайди ва уларнинг чиқишида киришидаги сигналларнинг спектри бойийди, яъни янги спектрал ташкил этувчилар ҳосил бўлади.

Одатда фойдаланиладиган кўпчилик элементлар ярим ўтказгичли диод, варикап, биполяр ва майдон транзисторлари, электрон лампалар ночизикли параметрик элемент сифатида қўлланиши мумкин, чунки улар паст сатҳли сигналлар таъсирида бўлганларида вольт-ампер ёки вольт-кулон тавсифлари идеаллаштирилиб чизикли боғланишда деб ҳисобланади. Улар киришига бир ёки бир неча сатҳи нисбатан бир хил, аммо вольт-ампер ёки вольт-кулон тавсифининг нисбатан катта қисмидан фойдаланишга тўғри келса ночизикли элемент деб ҳисобланади. Агарда улар киришига бир-бирига нисбатан сатҳлари катта фарқ қиладиган икки сигнал берилса, бу ҳолда улардан кучлиси бошқарувчи сигнал вазифасини бажаради, бунда бу элементларни ночизикли параметрик элемент деб ҳисобланади.

Элементлар	1-жадвал			
	R	$R(i)$	$R(t)$	$R(I,t)$
Резисторлар				
Конденсаторлар				
Индуктивлик ғалтаги				

1-жадвалда юқорида кўриб ўтилган радиотехник занжирлардаги элементларнинг шартли белгилари келтирилган.

Назорат саволлари

1. Электр занжирлар улардаги элементларнинг ҳоссаларига қараб қайси турларга бўлинади?
2. Қандай электр занжирлар чизиқли электр занжирлар деб аталади?
3. Қандай электр занжирлар ночизиқли электр занжирлар деб аталади?
4. Қандай электр занжирлар параметрик электр занжирлар деб аталади?
5. Ночизиқли-параметрик электр занжирлар деб фандай электр занжирларга айтилади?
6. Қандай элементлар ночизиқли элементларга мисол бўлади?
7. Параметрик элементлар қандай режимда ишлайдилар?
8. ЧЭЗ лар асосий ҳоссаларини айтинг (ёзинг).
9. НЭЗ лар асосий ҳоссаларини айтинг (ёзинг).
10. ПЭЗ лар асосий ҳоссаларини айтинг (ёзинг).
11. Чизиқли, ночизиқли, параметрик ва ночизиқли-параметрик элементлар электр занжирларда қандай шартли белгилар билан белгиланадилар?

Маъруза 19 Аналогли рақам –ўзгартиргичлар уларни турлари ишлаш принциплар. Кетмакет ҳисоблашга асосланган аналог-рақамли ўзгартирувчилар (АРЎ)

Режа:

1. Ахборот алмашилиши сигналлари
2. Аналог Рақамли Ўзгартрувчилар ва уларнинг муҳим томонлари
3. РАЎ асосий характеристикалари
4. АРЎнинг Дифференциал нозизиқлиги
5. Кетмакет ҳисоблашга асосланган аналог-рақамли ўзгартирувчилар

Калит сўзлар:Сигналлар, аналог, дискрет, узлукли, рақамли, кучланиш ўрта қиймати, ўтиш вақти АРУ, кодлаш, квантлаш, дискретлаш, РАЎ

Автоматлашган тизимларда ахборот алмашилиши сигналлар ёрдамида амалга ошади. Сигнални ташувчилари сифатида физик катталиклар тушунилади, масалан, ток, кучланиш, магнит ҳолатлар ва ҳ.к. Физик катталиклар ўзининг вақт функцияси орқали ёки белгиланган фазовий тақсимланишида ифодаланади

Частота, амплитуда, фаза, импульслар давомийлиги, кетма-кет импульслар серияларининг бир ёки бир нечта параллел линияларида тақсимланиши, тасвир нуқталарининг текислик ва х. к. ларда тақсимланиши каби узатувчи вақтли функцияларни аниқловчи параметрлар (улар орқали ахборот узатиш ҳолатида) **ахборот параметрлари** деб аталади. Агар физик катталик икки ёки ундан ортиқ ахборот параметрларнинг ташувчиси бўлса, у кўп ўлчовли сигнал ҳисобланади. Ахборот параметрлар бир қатор аниқ миқдорлар тўпламига эга.

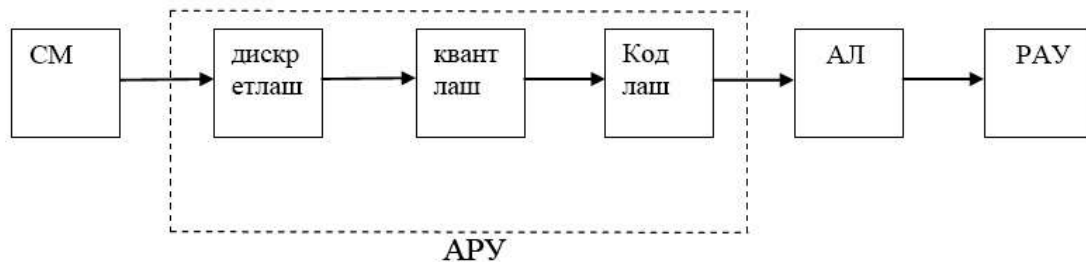
Аналог сигналлар - ахборот параметрлари берилган диапазон ичида ҳар қандай миқдорни қабул қилиши мумкин;

Дискрет сигналлар -ахборот параметрлари фақатгина берилган аниқ дискрет миқдорларни қабул қилиши мумкин;

Узлуксиз сигналлар - ахборот параметрлари ҳар вақтда ўзгариши мумкин;

Узлукли сигналлар - ахборот параметрлари вақтнинг дискрет онларидагина бошқа миқдорни қабул қилиши мумкин.

Аналог рақамли ўзгартиргич (АРУ) куйидаги структуравий схема асосида курилади



Аналог Рақамли Ўзгартрувчилар ва уларнинг муҳим томонлари. АРУ лар аналог сигналларни (кучланиш, ток, қувват) рақамли сигналларга ўзгартиришга мўлжалланган электрон қурилмалар ҳисобланади. Кўп ҳолларда асосан чиқиш сигналлари кучланиш U ҳисобланади. Шунинг ҳисобга олиб сигналларни рақамли сигналга ўтказишдан олдин уни кучланиш кўринишига келтириб олинади. Бунга сабаб серияли ишлаб чиқариладиган кўп микросхемалар асосан U кучланиш билан ишлашга мўлжалланган.

Умумий ҳолда U кучланиш маълум бир вақтда эга бўлиши мумкин бўлган қиймати билан баҳоланади. Лекин кучланиш ҳақида гапирганда унинг маълум T вақт оралигида ўртача эришган қийматининг ҳам кўп ҳолларда тушинилади.

$$U_{\text{ср}} = U = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt.$$

Юқоридаги муносабатдан келиб чиқиб АРУ ларни *икки гуруҳга* бўлишимиз мумкин *маълум бир вақтдаги (оний) кучланишнинг қиймати билан ишловчи АРУ ва кучланишнинг ўртача қиймати билан ишловчи АРУлар*. Кучланишни ўртача қийматини ҳисоблаш кучланишнинг оний қийматларини интеграллаш йўли билан олинишини ҳисобга олибган бу гуруҳни **ИНТЕГРАЛЛАШ гуруҳи** ҳам дейилади.

Кучланишни рақамли кодларга айлантиришда бир-бири билан боғлиқ бўлмаган учта босқичда бажарилади: **ДИСКРЕТЛАШ**, **КВАНТЛАШ** ва **КОДЛАШ**. Аналог сигналларни рақамли сигналга ўтказиш жараёни вақт бўйича узлуксиз $U(t)$ функцияни $U(t_n)$ – маълум бир t вақтда эришган қийматини рақамлар кетмакетлиги билан ифодалашдан иборатдир $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

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.

- **биринчи жараён** сигнални дискретлаш

Квантлаш жараёни $U(t)$ узлуксиз функцияни $U^*_n(t)$, функция кўринишида ифодалашдан иборат:

Бунда $U(t)$ функцияни бутун диапазон бўйича $D=U(t)_{\max}-U(t)_{\min}$ N та уривларга бўлинади ва ҳар бир вақт оралиғидаги $U_n(t)$ нинг қиймати $U^*_n(t)$ функцияни энг яқин кўринишигача яқинлаштирилади.

- **иккинчи жараён** сигнални квантлаш

Бу ерда $h=D/N$ катталиқ квантлаш қадами деб аталади, ва натижада аналог кўринишидаги $U(t)$ сигнал $U^*_n(t)$ кўринишидаги **дискрет сигналга** айланади.

- **Учинчи жараён** кодлаш бунда $U^*_n(t)$, дискрет сигналлар маълум бир қонуният асосида 0 ва 1 дан иборат рақамли сигналлар кетмакетлигига айлантирилади.

Агар дискрет хабар элементларини кетма-кетлигини иккилик сонлар кетма-кетлиги билан алмаштирсак, уларни алоқа канали орқали узатиш учун фақат иккита 1 ва 0 код символини узатиш кифоя қилади. Мисол учун: 0 ва 1 сонлари турли частотали тебранишлар ёки турли қутбли (“+” ёки “-”) доимий ток кетма-кетлигини узатиш орқали амалга ошириш мумкин. Ўзининг соддалиги билан иккилик асосда кодлаш турли алоқа тизимларида ва ҳисоблаш техникасида кенг қўлланилмоқда.

РАЎ асосий характеристикалари Ҳар қандай РАЎ жуда мураккаб электрон қурилма ҳимсобланади, ва улар ўта мураккаб микросхема кўринишида ёки жуда кўп электрон қурилмалар мажмуасидан иборат бўлиши мумкин. Шунинг учун **РАЎ асосий характеристикалари** нафақат унинг тузилишидан, балки у тайёрланган элементларнинг ўз аро муносабатларига боғлиқдир. Шундай бўлишига қарамасдан РАЎ ларни баҳолашда ўлчов катталикларига қараб икки гуруҳга бўлинади, булар **статистик ва динамик**.

РАЎ нинг статистик характеристикаларига сигналларнинг чиқишдаги абсолют аниқлик қийматини белгиласа **РАЎнинг динамик**

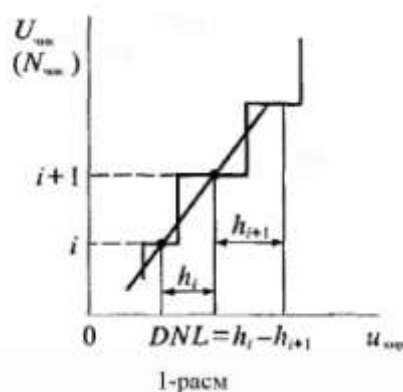
характеристикаси маълум бир қурилманинг сигналларга ишлов бериш тезлигини билдиради.

Бази бир параметрларни чуқурроқ кўриб чиқадиган бўлсак. РАЎнинг асосий характеристикаларига **аниқлай олиш қобилиятидир** бу сигналларнинг чиқишдаги максимал код камбинациялари билан баҳоланади. **Аниқлай олиш қобилиятини** протцент кўринишида ҳам ифодалаш мумкин мисол: 10 разрядлик РАЎ нинг аниқлай олиш қобилияти $(1024)^{-1} \approx 10^{-3} = 0,1\%$. Агар кучланишнинг қиймати 10 вольт бўлса **Аниқлай олиш қобилиятининг** абсолют қиймати 10 мВ бўлади.

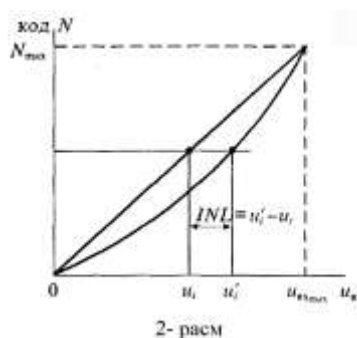
Аналог ва рақамли ўзгартиргичнинг амалдаги аниқлиги назарий жихатдан ҳисобланган катталтигидан анча фарқ қилади. Аналог ва Рақамли ўзгартиргичнинг аниқлиги дифференциал ва интеграл нозизиқлики хатоликларнинг абсолют қиймати билан фарқ қилади.

АРЎнинг Дифференциал нозизиқлиги – (DNL) иккита ёнмаён сигналларнинг фарқлари билан ифодаланади яни квантларнинг (қадамларнинг) фарқи билан:

$DNL = h_i - h_{i+1}$ дифференциал нозизиқликни аниқлаш 1 расмда кўрсатилган.



АРЎнинг Интеграл нозизиқлиги (INL) – чиқиш сигналининг бутун диапазондаги асосий сигналдан фарқи сифатида қараш мумкин ёки $INL = U'_i - U_i$. 2- расм



Ўтиш вақти АРЎ бу одатда аналогли сигнални рақамли сигналга ўтказиш учун кетган вақт ҳисобланади (бирта кадам учун). АРЎларнинг бир хиллари учун бу вақт ўзгармас бўлиб сигналнинг катталигига боғлиқ эмас. Иккинчи турлари учун эса ўтиш вақти сигналнинг катталигига боғлиқ бўлади.

Дискретизация қилишнинг максимал частотаси – чиқиш сигналининг максимал частотаси,

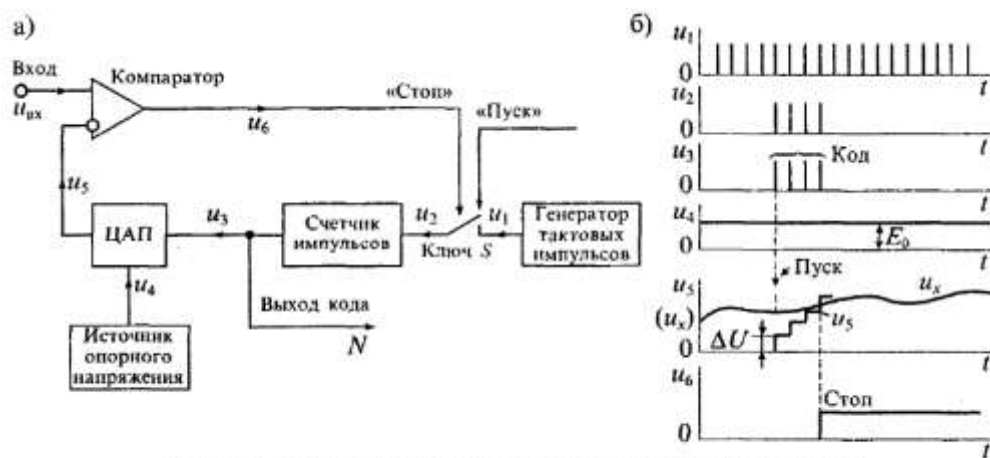
АРЎ қурилиш асослари- амалда ишлатиладиган АРЎлар кучланиш кўрсаткичларни ўлчашларига қараб икки турга бўлинади.

- ✓ **Оний қийматли АРЎ**
- ✓ **Ўртача қийматли АРЎ**

Оний қийматли АРЎларни ҳам қуйидаги асосий гуруҳларга бўлиш мумкин:

- ✓ **кетмакет ҳисоблаш (последовательного счета)**
- ✓ **кетмакет яқинлашиш (последовательного приближения)**
- ✓ **паралел (паралельное)**
- ✓ **паралел-кетмакет ҳисоблаш (паралельно - последовательные)**

АРЎнинг **кетмакет ҳисоблаш (последовательного счета)** турининг структуравий схемаси 3 – расмда келтирилган.



АРЎнинг кетмакет ҳисоблаш турининг структуравий схемаси (а)
Ўтказиш жараёнининг график тасвири (б)

Расмда кўриниб турибдики компаратор ёрдамида кириш кучланиши $U_{\text{кир}}$ таянч кучланиши U_s билан солиштирилади. РАЎ жараёни «Пуск» сигнали келиши билан бошланади. Бу S калитни улайди ва натижада генератордан келаётган U_1 импульслар счетчикка келади, счетчик эса РАЎчининг ишини бошқаради. Натижада кириш кодининг N кетмакет катталашиб бориши кириш кучланиши U_s нинг зинапоясимон усишига олиб келади. Кириш сигналнинг чиқиш сигнали билан тенглашган вақтида кампаратор уланади ва натижада «Stop» сигнали S калитни ўчиради. Чиқиш коди $U_{\text{чик}} = U_s$ тенгликка эга бўлади ва регистирнинг чиқишидан олинади.

Бу жараённи кўрсатадиган график 3 расм б да кўрсатилган. Бу расмдан кўриниб турибдики АРЎ вақти ўзгарувчан ва у кириш сигналининг катталигига боғлиқ ва қуйидаги ифода билан аниқланади.

$$T_{\dot{y}_T} = (2^n - 1)T$$

Мисол: $n=10$ разрдли сигнал учун $T=1\text{мкс}$ (яни 1МГц тактли частота) ҳолатда максимал ўтиш вақти

$$T_{\dot{y}_T} = (2^{10} - 1) = 1024\text{мкс} \approx 1\text{мс}$$

Бу 1кГц частата билан ўтиш дагани

АРЎ ўтиш катталигини қуйидаги катталик билан ифодалаш мумкин

АРЎчининг кетмакет ҳисоблаш (последовательного счета)

тегнламасини қуйидагича ёзиш мумкин

$$k\Delta U = U_{\text{чик}}$$

бу ерда $0 \leq k \leq n$ –солиштиришгача бўлган кадамлар сони $\Delta U = h$ – квантлаш қадами

Основные характеристики АЦП мгновенных значений

Тип микросхемы	Принцип действия	Число двоичных разрядов	Интегр. р. нслин. , МЗР	Дифференциал. р. нслин. , МЗР	$T_{\text{ур}}$ мкс	$F_{\text{мэ}}$ МГц
AD7570 (572ПВ1)	Последовательного приближения с побайтным вводом/выводом	12	$\pm 2,00$	$\pm 4,00$	110	
AD7574 (572ПВ3)	Последовательного приближения, сопрягаемый с микропроцессором	8	$\pm 0,75$	$\pm 0,75$	7,5	1.5
AD677	Последовательного приближения с перераспределением зарядов	16	$\pm 1,00$	$\pm 0,50$	10	0,1
AD775	Двуступенчатый, конвейерный	8	$\pm 0,50$	$\pm 0,30$	$18 \cdot 10^{-3}$	35
AD876	Многоступенчатый, конвейерный	10	$\pm 0,30$	$\pm 0,50$	10^{-2}	20
AD7882	Последовательного приближения с переключаемыми	16	$\pm 0,50$	$\pm 0,50$	2,5	0,4

	конденсаторами					
AD7710	С сигма-дельта модулятором и уравниванием зарядов	20	0,0045			0,156
1107ПВ3	Параллельного действия, быстродействующий	6	$\pm 0,25$	$\pm 0,25$	$2 \cdot 10^{-2}$	100
1107ПВ4	То же	8	$\pm 1,00$	$\pm 1,00$	$3 \cdot 10^{-2}$	100

Назорат саволлари

1. Сигналларнинг ахборот параметрлари нима?
2. Сигналларни **кодлаш** деганда нимани тушинасиз?
3. Код камбинациялари нима?
4. РАЎ нинг статистик характеристикалари деганда нимани тушинасиз?
5. РАЎ нинг аниқлай олиш қобилияти деганда нимани тушинасиз?
6. АРЎнинг Дифференциал нозизиқлиги деганда нимани тушинасиз?
7. АРЎнинг Интеграл нозизиқлиги деганда нимани тушинасиз?
8. АРЎнинг ўтиш вақти нима?
9. Оний қийматли АРЎларнинг асосий гуруҳларинисанаб ўтинг?
10. Кетма-кет ҳисоблаш (последовательного счета) турининг структуравий схемасини тушинтиринг.
11. АРЎнинг паралел турининг структуравий схемасини тушинтиринг.

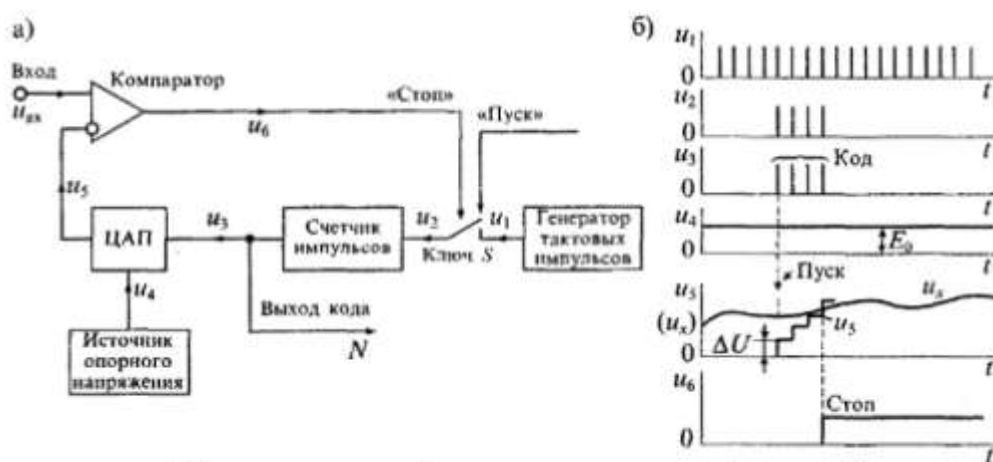
Маъруза 22 Параллелда кетма-кетли АРУ

Режа:

1. Кетма-кет ҳисоблашга асосланган аналог-рақамли ўзгартирувчилар
2. АРУнинг *АРУнинг паралел*

Калит сўзлар: Сигналлар, аналог, дискрет, узлукли, рақамли, кучланиш ўрта қиймати, ўтиш вақти АРУ, кодлаш, квантлаш, дискретлаш, РАЎ

АРУнинг *кетма-кет ҳисоблаш (последовательного счета)* турининг структуравий схемаси 1 – расмда келтирилган.



АРУнинг кетмакет ҳисоблаш турининг структуравий схемаси (а)
Ўтказиш жараёнининг график тасвири (б)

Расмда кўриниб турибдики компаратор ёрдамида кириш кучланиши $U_{кир}$ таянч кучланиши U_s билан солиштирилади. РАЎ жараёни «Пуск» сигнали келиши билан бошланади. Бу S калитни улайди ва натижада генератордан келаётган U_1 импульслар счетчикка келади, счетчик эса РАЎчининг ишини бошқаради. Натижада кириш коднинг N кетма-кет катталашиб бориши кириш кучланиши U_s нинг зинапоясимон усишига олиб келади. Кириш сигналининг чиқиш сигнали билан тенглашган вақтида кампаратор уланади ва натижада «Stop» сигнали S калитни ўчиради. Чиқиш коди $U_{чик} = U_s$ тенгликка эга бўлади ва регистрнинг чиқишидан олинади.

Бу жараёни кўрсатадиган график 1 расм б да кўрсатилган. Бу расмдан кўриниб турибдики АРУ вақти ўзгарувчан ва у кириш сигналининг катталигига боғлиқ ва қуйидаги ифода билан аниқланади.

$$T_{ўт} = (2^n - 1)T$$

Мисол: $n=10$ разрдли сигнал учун $T=1\text{мкс}$ (яни 1МГц тактли частота) ҳолатда максимал ўтиш вақти

$$T_{\text{ўт}}=(2^{10}-1)=1024\text{мкс} \approx 1\text{мс}$$

Бу 1кГц частата билан ўтиш дагани

АРЎ ўтиш катталигини қуйидаги катталик билан ифодалаш мумкин

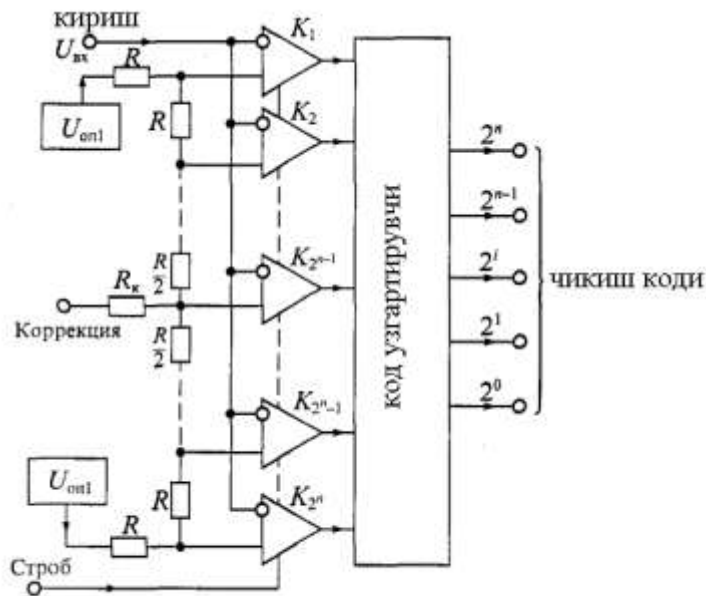
АРЎчининг кетма-кет ҳисоблаш (последовательного счета) тегнламасини қуйидагича ёзиш мумкин

$$k\Delta U=U_{\text{чик}}$$

бу ерда $0 \leq k \leq n$ –солиштиришгача бўлган қадамлар сони $\Delta U=h$ – квантлаш қадами

АРЎнинг паралел турининг структуравий схемаси 4 – расмда келтирилган. Бу ерда АРЎ жараёни паралел уланган компараторлар ёрдамида амалга оширилади. Компараторнинг бўсағавий кучланиши қаршиликларнинг бўлиш ёрдамида квантлаш қадамига мутаносиб равишда танланади. Шундай қилиб киришга берилган $U_{\text{кир}}$ катталиклари чиқишда маълум бир унитар код кўринишига келади.

Унитар кодни иккилак кодга айлантириш эса код ўзгартиргич ёрдамида амалга оширилади. Паралел ўзгартиргичлар ҳозирги пайтда энг тезкор ҳисобланади 100МГц дискретлаш частотаси билан ишлаш имкониятига эга. Таянч кучланишини бўлишга хизмат қиладиган қаршиликларнинг катталиги 1ом атрофида бўлади.



4-расм паралел АРУ структуравий схемаси

Основные характеристики АЦП мгновенных значений

Тип микросхемы	Принцип действия	Число двоичных разрядов	Интегр. нелино. МЭР	Диффер. нелино. МЭР	$T_{оп}$ мкс	$F_{оп}$ МГц
AD7570 (572ПВ1)	Последовательного приближения с побайтным вводом/выводом	12	$\pm 2,00$	$\pm 4,00$	110	
AD7574 (572ПВ3)	Последовательного приближения, сопрягаемый с микропроцессором	8	$\pm 0,75$	$\pm 0,75$	7,5	1,5
AD677	Последовательного приближения с перераспределением зарядов	16	$\pm 1,00$	$\pm 0,50$	10	0,1
AD775	Двухступенчатый, конвейерный	8	$\pm 0,50$	$\pm 0,30$	$18 \cdot 10^{-3}$	35
AD876	Многоступенчатый, конвейерный	10	$\pm 0,30$	$\pm 0,50$	10^{-2}	20
AD7882	Последовательного приближения с переключаемыми конденсаторами	16	$\pm 0,50$	$\pm 0,50$	2,5	0,4
AD7710	С сигма-дельта модулятором и уравниванием зарядов	20	0,0045			0,156
1107ПВ3	Параллельного действия, быстродействующий	6	$\pm 0,25$	$\pm 0,25$	$2 \cdot 10^{-2}$	100
1107ПВ4	То же	8	$\pm 1,00$	$\pm 1,00$	$3 \cdot 10^{-2}$	100

Назорат саволлари

1. Сигналларнинг ахборот параметрлари нима?
2. Сигналларни **кодлаш** деганда нимани тушинасиз?
3. Код камбинациялари нима?
4. РАЎ нинг статистик характеристикалари деганда нимани тушинасиз?
5. РАЎ нинг аниқлай олиш қобилияти деганда нимани тушинасиз?
6. АРУнинг Дифференциал ночизиқлиги деганда нимани тушинасиз?
7. АРУнинг Интеграл ночизиқлиги деганда нимани тушинасиз?

8. *АРЎнинг ўтиш вақти нима?*
9. *Оний қийматли АРЎларнинг асосий гуруҳларинисанаб ўтинг?*
10. *Кетма-кет ҳисоблаш (последовательного счета) турининг структуравий схемасини тушинтиринг.*
11. *АРЎнинг паралел турининг структуравий схемасини тушинтиринг.*

Маруза №24: РАЎ микросхемалари. РАЎ микросхемаларини ишлаш асослари ва қўллаш сохалари.

Режа

- 1. Турли даражада интеграцияланган интеграл микросхемалар тўғрисида тушунча.**
- 2. Интеграл микросхемаларни таърифлаш тартиби.**
- 3. Рақамли микросхемаларнинг вазифалари ва қўлланилиши.**

Калит сўзлар. Микросхема. Рақамли интеграл микросхема. Ярим ўтказгичли микросхема. Пленкали микросхема. Гибрид микросхема. Катта интеграл микросхема. Микросхема серияси. Мантиқий операция. Мантиқий функция. Микропроцессор. Микропроцессорли комплект.

Интеграл микросхема бу микроэлектрон маҳсулот бўлиб, вазифаси маълум ўзгартиришлар киритиш, сигналга ишлов бериш ва маълумот йиғишдир. Интеграл микросхемада электр бириктирилган элементлар, компонентлар, кристаллар жуда зич жойлашган бўлиб, у синолда, қабул қилишда ва ишлатишда бир бутун бўлиб кўринади.

Рақамли интеграл микросхема- бу дискрет функция қонуни бўйича ўзгарувчи сигналларни ўзгартиради ва сигнал яратади. Интеграл микросхемалар ишлаб чиқаришнинг технологиясига қараб ярим ўтказгичли, пленкали ва гибрид турларга бўлинади.

Ярим ўтказгичли микросхема – ҳамма элементлар ва элементларо бирлашувлар ярим ўтказгичнинг ичида ва сиртида бўлади.

Пленкали микросхема – ҳамма элементлар ва элементларо бирлашув ўтказувчи ва диэлектрик материалларнинг пленкасида бўлади. Юпқа пленкали ва қалин пленкали микросхемалар бўлади.

Гибрид микросхема – элементлардан ташқари оддий ва мураккаб компонентлардан (ярим ўтказгич микросхеманинг кристалли микросхемаси) ташкил топади. Кўп кристалли микросхема гибрид микросхеманинг бир туридир.

Рақамли микросхемалар ёрдамида дискрет функция қонуни бўйича ўзгарувчи сигналлар ўзгартирилади ва уларга ишлов берилади. Мантиқий алгебрада таърифланган иккилик коди билан операцияларни бажарувчи мантиқий микросхема ҳам рақамли микросхемадир.

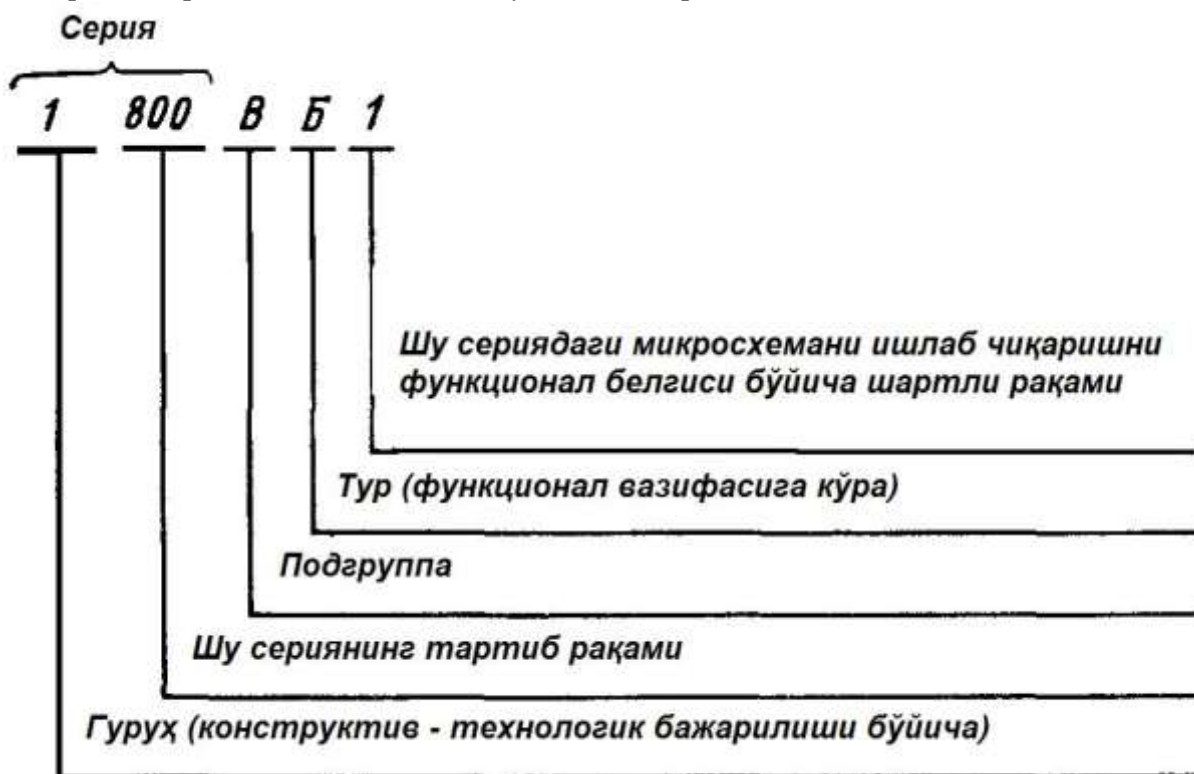
Микропроцессор – дастур-бошқарув асбоби, рақамли ахборотга ишлов беради ва бошқаради. Бу асбоб бир ёки бир нечта катта интеграл схемалардан ташкил топгандир (КИС). Микропроцессорли микросхема деб МП ёки уни бир қисми функциясини бажарувчи микросхемага айтилади.

Бир нечта микросхемалар тўплами биргаликда архитектураси, конструктив ясалиши ва электрик параметрлари мос келиши, микропроцессор комплект (МПК) деб аталади. Микросхемалар хар томонлама ўрганилиб, текширилиб ишлаб чиқариш корхонаси томонидан сериялаб чиқарилади. Турли хил ишлаб чиқариладиган серияли микросхемалар қабул қилинган белгиланиш шартлар системаси, конструктив – технологик ясалиш бўйича 3 та гуруҳ – ярим ўтказгичли, гибрид, пленкалига бўлинади.

Кўрсатилган микросхема гуруҳларига белгилаш шартли системаси бўйича куйидаги сонлар берилган: 1, 5, 7 – ярим ўтказгичлар (7 корпуссиз); 2, 4, 8 – гибридликлар; 3 – бошқа схемалар.

Берилган вазифаларига кўра РЭАда микросхемалар гуруҳларга (генераторлар, модуляторлар, триггерлар ва бошқалар) ва турларга (тўлқин ўзгартирувчи, фаза, узунлиги, кучланиш ва бошқалар) бўлинади. Қабул қилинган системага кўра микросхемаларнинг белгилари 4 элементдан ташкил топган бўлиши шарт. 1 – элемент – сон, конструктив – технологик гуруҳга мос. 2 – элемент 2-3 сон, ушбу серияга лойиҳанинг тартиб рақами деб берилган. Шундай қилиб биринчи иккита элемент 3-4та сондан иборат бўлиб, микросхемани бутун серия номерини маълум қилади. 3 – элемент – 2та харф бўлиб подгруппа ва турларга мос. 4 – элемент – микросхемани ишлаб чиқаришни шу сериядаги тартиб рақами, бунда функционал белгиси бир хил бўлган микросхемаларбир нечта бўлиши мумкин. У битта ёки бир нечта сондан иборат бўлиши мумкин.

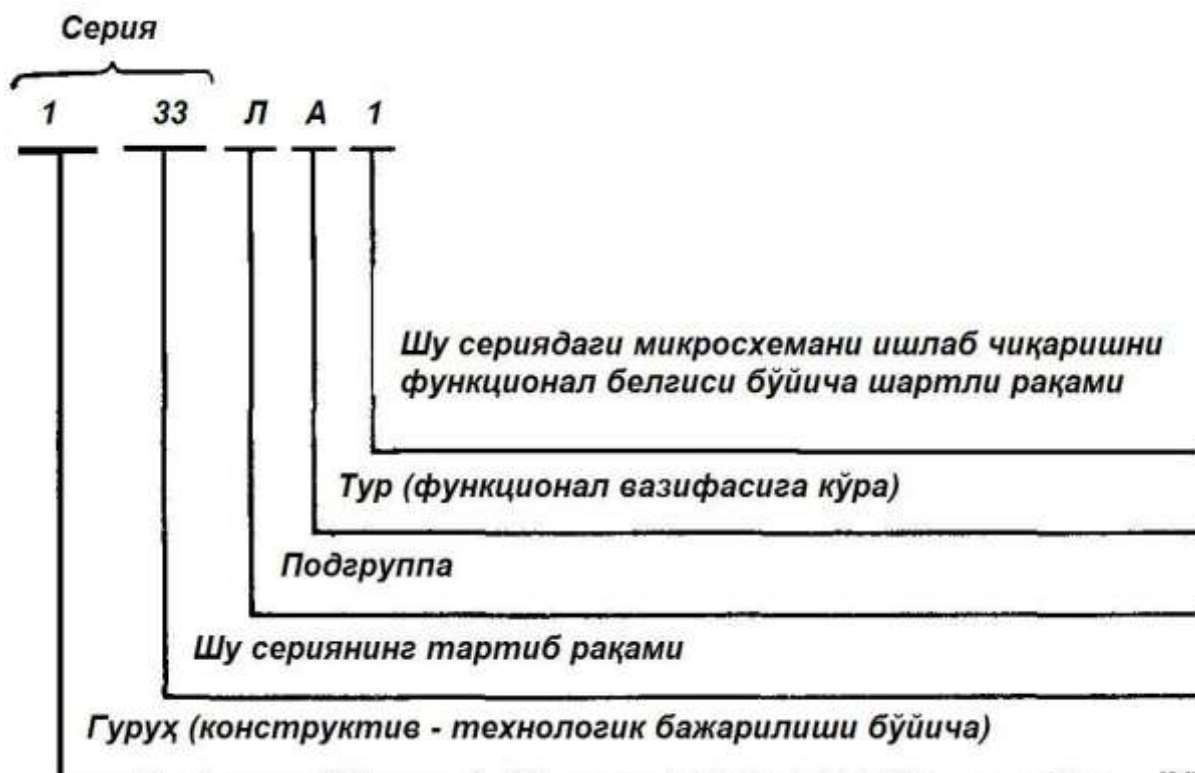
Ярим ўтказгичли микросхема шартли белгисининг мисолини келтирамиз – МПКнинг серия тартиб рақами 800 ва шу серияда микросхемани ишлаб чиқаришни функционал белгиси бўйича номери 1.



Микросхеманинг тўлиқ белгиси 18800ВБ1.

Ярим ўтказгичли микросхемасининг шартли белгисини мисол келтирамиз: Мантқиқли элемент И-НЕ (ВА-ЙЎҚ)нингсерия тартиб рақами 33 ва шу серияда микросхемани ишлаб чиқаришнинг функционал белгиси бўйича рақами 1.

Микросхеманинг тўлиқ белгиси 133ЛА1



Кейинги вақтларда 4талик серия рақамининг 1чи ёки 2чи серия рақами микросхеманинг шу сериядаги функционал вазифасига қараб қўйилади. Шундай қилиб, 0 рақами микросхеманинг ушбу серияси рўзгор РЭАни бутлаш учун белгиланган.

1-рақам аналог микросхемаларга; 4-рақам ОУ микросхемаларига; 6-рақам хотира микросхемаларига (оператив ва доимий); 8- рақам МПга берилади.

Кенг қўлланиладиган ускуналарнинг микросхемаларига белгилашнинг бошига К ҳарфи қўйилади: К133ЛА1. Конструктив бажарилиши бўйича фарқ қиладиган микросхемаларга одатда умумий рақамли белги серия бириктирилади. Материалнинг характеристикаси ва корпус турига қараб сериянинг рақамли белгиларидан олдин ушбу ҳарфлар қўйилиши мумкин: Р-ДИП туридаги пластмасса корпус; А-пластмасса пленар корпус; М-ДИП туридаги металлокерамик корпус; Е-ДИП туридаги металл-полимер корпус; С-ДИП туридаги шиша-керамик корпус; И-шиша-керамикли пленар корпус; Н-керамик “чиқишсиз - оёқсиз” корпус.

Микросхемаларни шартли белгилашда корпуссиз чиқариладиган вариантда серия номеридан олдин Б ҳарфи ёзилади.

Рақамли интеграл микросхемалар. Вазифа ва қўлланилиши.

Рақамли микросхемалар электрон ускуналар бўлиб, ундан ЭҲМ барча узел ва блокларини қуриш мумкин, бунда ишланадиган ахборот иккилик сон билан берилади. Ўзгарувчан катталиклар ва унинг функциялари, фақат 2та 0 ва 1 сонларини қабул қилиб, мантиқий алгебра, мантиқий функцияларни амалга оширадиган ускуналар мантиқий ёки рақамли деб аталади. Миллионлаб серияларда ишлаб чиқариладиган микросхемалар асосида потенциалли, импульсли, импульс-потенциалли энг содда комбинацион рақамли элементлар ётади. Потенциал мантиқий элементлар (ЛЭ) жуда кўп тарқалган. Улар учун схемадаги

кириш ва чиқишда доимий токнинг алоқаси характерлидир. Потенциал рақамли микросхемаларнинг схематехник амалга ошириш асосида (реализациясида) намунавий (типовой) базали ЛЭ ётади. НЕ- ЙЎҚ (мантиқий рад этиш ёки инверсия) энг содда мантиқий функция, $Y(x)=\bar{X}$ деб ёзилади.

Электрон схемаларда рад этиш кучайтиргич асбоб билан НЕ- ЙЎҚ калит элемент ёрдамида амалга оширилади. Сигналлар чиқиш калитида, кириш сигналларининг белгиларига кўра инвертирланади. Баъзан ЛЭ мантиқий функцияларнинг турига қараб содда элементларнинг бир зинали (И, ИЛИ, НЕ,) ва икки зинали (И-ИЛИ, И-ИЛИ-НЕ) мантиққа бўлинади. Хамма потенциал рақамли элементлар иккита мантиқий режимда ишлай олади. Агар “1” ни сигналнинг баланд нуқтаси десак, ИЛИ-НЕ элементларининг иши “мусбат мантиқ”дир. Агар “1” сигналини паст нуқта деб қабул қилсак И-НЕ[1] элементларнинг ишини “манфий мантиқ” деб оламиз. Одатда ЛЭнинг паспорт белгилари функциянинг мослиги “мусбат мантиқ”қа яқин туради. Рақамли калитнинг 3та чиқадиган холи бор. Бундай схеманинг чиқиш каскади учинчи хол “Узилган - Разомкнута” га ўтади, агарда маҳсус бошқарувдан кириш командаси берилса. Рақамли элементларнинг бир ва икки зинали мантиқи асосида мураккаб функционал т угунар: комбинатор схемалар(сумматорлар, мултиплексорлар) ва хотира схемаси (триггерлар, ҳисоблагичлар, регистрлар) қуриш мумкин. Ҳозирги замон рақамли микросхемалар сериялари одатда ўз ичига триггерларнинг турли хилларини олади. Бу ускуналар 2та барқарор ҳолатли, ўз ичига эслаб қолувчи бистабиль элементлар (триггерлар) ва бошқарув схемасини олади. Энг кенг тарқалган триггер турлари қуйидагилардир: RS, D, T ва JK.

Аналоги рақам –ўзгартиргичлар уларни турлари ишлаш принциплар.

Кетмакет ҳисоблашга асосланган аналог-рақамли ўзгартирувчилар (АРЎ)

Автоматлашган тизимларда ахборот алмашилиши сигналлар ёрдамида амалга ошади. Сигнални ташувчилари сифатида физик катталиклар тушунилади, масалан, ток, кучланиш, магнит ҳолатлар ва ҳ.к. Физик катталиклар ўзининг вақт функцияси орқали ёки белгиланган фазовий тақсимланишида ифодаланади

Частота, амплитуда, фаза, импульслар давомийлиги, кетма-кет импульслар серияларининг бир ёки бир нечта параллел линияларида тақсимланиши, тасвир нуқталарининг текислик ва х. к. ларда тақсимланиши каби узатувчи вақтли функцияларни аниқловчи параметрлар (улар орқали ахборот узатиш ҳолатида) **ахборот параметрлари** деб аталади. Агар физик катталик икки ёки ундан ортиқ ахборот параметрларнинг ташувчиси бўлса, у кўп ўлчовли сигнал ҳисобланади. Ахборот параметрлар бир қатор аниқ миқдорлар тўпламига эга.

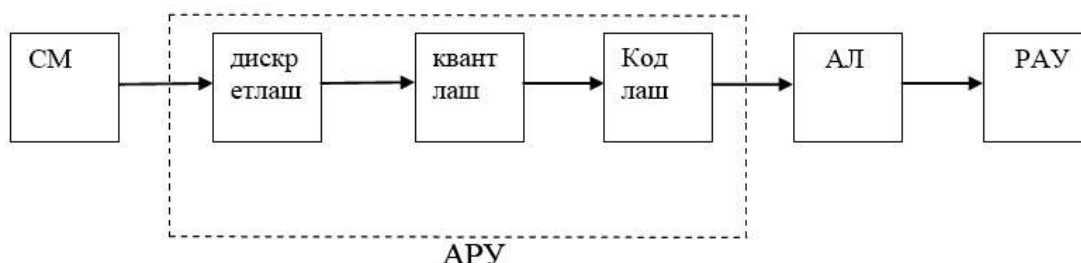
Аналог сигналлар - ахборот параметрлари берилган диапазон ичида ҳар қандай миқдорни қабул қилиши мумкин;

Дискрет сигналлар -ахборот параметрлари фақатгина берилган аниқ дискрет миқдорларни қабул қилиши мумкин;

Узлуксиз сигналлар - ахборот параметрлари ҳар вақтда ўзгариши мумкин;

Узлукли сигналлар - ахборот параметрлари вақтнинг дискрет онларидагина бошқа миқдорни қабул қилиши мумкин.

Аналог рақамли ўзгартиргич (АРҰ) куйидаги структуравий схема асосида қурилади



Аналог Рақамли Ўзгартрувчилар ва уларнинг муҳим томонлари. АРҰ лар аналог сигналларни (кучланиш, ток, қувват) рақамли сигналларга ўзгартиришга мўлжалланган электрон қурилмалар ҳисобланади. Кўп ҳолларда асосан чиқиш сигналлари кучланиш U ҳисобланади. Шунини ҳисобга олиб сигналларни рақамли сигналга ўтказишдан олдин уни кучланиш кўринишига келтириб олинади. Бунга сабаб серияли ишлаб чиқариладиган кўп микросхемалар асосан U кучланиш билан ишлашга мўлжалланган.

Умумий ҳолда U кучланиш маълум бир вақтда эга бўлиши мумкин бўлган қиймати билан баҳоланади. Лекин кучланиш ҳақида гапирганда унинг маълум T вақт оралигида ўртача эришган қийматининг ҳам кўп ҳолларда тушинилади.

$$U_{\text{ср}} = U = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt.$$

Юқоридаги муносабатдан келиб чиқиб АРҰ ларни **икки гуруҳга** бўлишимиз мумкин **маълум бир вақтдаги (оний) кучланишнинг қиймати билан ишловчи АРҰ ва кучланишнинг ўртача қиймати билан ишловчи АРҰлар**. Кучланишни ўртача қийматини ҳисоблаш кучланишнинг оний қийматларини интеграллаш йўли билан олинишини ҳисобга олибган бу гуруҳни **ИНТЕГРАЛЛАШ гуруҳи** ҳам дейилади.

Кучланишни рақамли кодларга айлантиришда бир-бири билан боғлиқ бўлмаган учта босқичда бажарилади: **ДИСКРЕТЛАШ, КВАНТЛАШ** ва **КОДЛАШ**. Аналог сигналларни рақамли сигналга ўтказиш жараёни вақт бўйича узлуксиз $U(t)$ функцияни $U(t_n)$ – маълум бир t вақтда эришган қийматини рақамлар кетмакетлиги билан ифодалашдан иборатдир $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

Аналог ахборотни рақамли кўринишга айлантириш учун уни **квантлайдилар**, яъни вақт бўйича узлуксиз сигнал унинг маълум нуқталардаги

дискрет қийматлари билан алмаштирилади. Сўнгра берилган сигнал охирги 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.

- **биринчи жараён** сигнални дискретлаш

Квантлаш жараёни $U(t)$ узлуксиз функцияни $U^*_n(t)$, функция кўринишида ифодалашдан иборат:

Бунда $U(t)$ функцияни бутун диапазон бўйича $D=U(t)_{\max}-U(t)_{\min}$ N та уривларга бўлинади ва ҳар бир вақт оралиғидаги $U_n(t)$ нинг қиймати $U^*_n(t)$ функцияни энг яқин кўринишигача яқинлаштирилади.

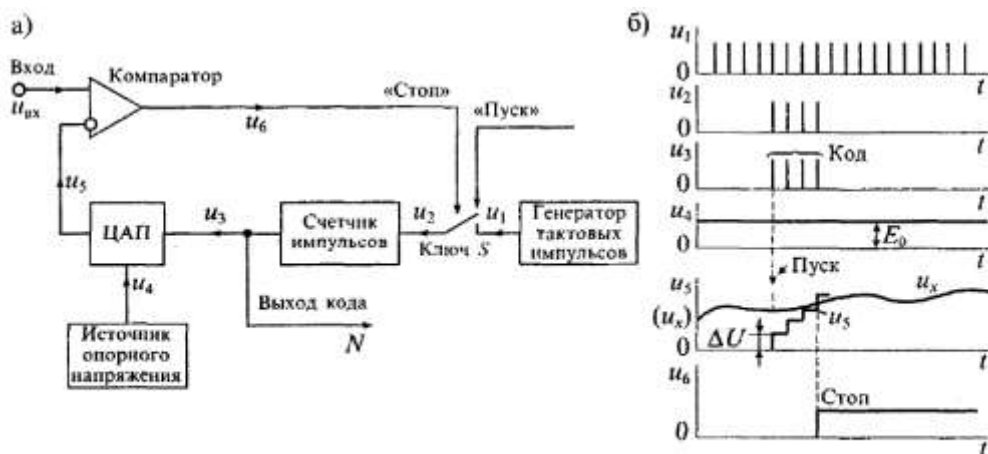
- **иккинчи жараён** сигнални квантлаш

Бу ерда $h=D/N$ катталиқ квантлаш қадами деб аталади, ва натижада аналог кўринишидаги $U(t)$ сигнал $U^*_n(t)$ кўринишидаги **дискрет сигналга** айланади.

- **Учинчи жараён** кодлаш бунда $U^*_n(t)$, дискрет сигналлар маълум бир қонуният асосида 0 ва 1 дан иборат рақамли сигналлар кетмакетлигига айлантирилади.

Агар дискрет хабар элементларини кетма-кетлигини иккилик сонлар кетма-кетлиги билан алмаштирадик, уларни алоқа канали орқали узатиш учун фақат иккита 1 ва 0 код символини узатиш кифоя қилади. Мисол учун: 0 ва 1 сонлари турли частотали тебранишлар ёки турли қутбли (“+” ёки “-“) доимий ток кетма-кетлигини узатиш орқали амалга ошириш мумкин. Ўзининг соддалиги билан иккилик асосда кодлаш турли алоқа тизимларида ва ҳисоблаш техникасида кенг қўлланилмоқда.

АРЎнинг **кетмакет ҳисоблаш (последовательного счета)** турининг структуравий схемаси 3 – расмда келтирилган.



АРЎнинг кетмакет ҳисоблаш турининг структуравий схемаси (а)

Ўтказиш жараёнининг график тасвири (б)

Расмда кўриниб турибдики компаратор ёрдамида кириш кучланиши $U_{кир}$ таянч кучланиши U_s билан солиштирилади. РАЎ жараёни «Пуск» сигнали келиши билан бошланади. Бу S калитни улайди ва натижада генератордан келаётган U_1 импульслар счетчикка келади, счетчик эса РАЎчининг ишини бошқаради. Натижада кириш коднинг N кетмакет катталашиб бориши кириш кучланиши U_s нинг зинапоясимон усишига олиб келади. Кириш сигналининг чиқиш сигнали билан тенглашган вақтида кампаратор уланади ва натижада «Stop» сигнали S калитни ўчиради. Чиқиш коди $U_{чик} = U_s$ тенгликка эга бўлади ва регистирнинг чиқишидан олинади.

Бу жараёни кўрсатадиган график 3 расм б да кўрсатилган. Бу расмдан кўриниб турибдики АРЎ вақти ўзгарувчан ва у кириш сигналининг катталигига боғлиқ ва қуйидаги ифода билан аниқланади.

$$T_{ўт} = (2^n - 1)T$$

Мисол: $n=10$ разрдли сигнал учун $T=1\text{мкс}$ (яни 1МГц тактли частота) ҳолатда максимал ўтиш вақти

$$T_{ўт} = (2^{10} - 1) = 1024\text{мкс} \approx 1\text{мс}$$

Бу 1кГц частата билан ўтиш дагани

АРЎ ўтиш катталигини қуйидаги катталик билан ифодалаш мумкин

АРЎчининг кетмакет ҳисоблаш (последовательного счета) тегнламасини қуйидагича ёзиш мумкин

$$k\Delta U = U_{чик}$$

бу ерда $0 \leq k \leq n$ –солиштиришгача бўлган қадамлар сони $\Delta U = h$ – квантлаш қадами

Основные характеристики АЦП мгновенных значений

Тип микросхем	Принцип действия	Число двоичных разрядов	Интегр. нслин., МЗР	Диффс р. нслин., МЗР	$T_{цр}$ мкс	$F_{мэ}$ МГц
AD7570 (572ПВ1)	Последовательного приближения с побайтным вводом/выводом	12	$\pm 2,00$	$\pm 4,00$	110	
AD7574 (572ПВ3)	Последовательного приближения, сопрягаемый с микропроцессором	8	$\pm 0,75$	$\pm 0,75$	7,5	1.5
AD677	Последовательного приближения с перераспределением зарядов	16	$\pm 1,00$	$\pm 0,50$	10	0,1
AD775	Двуступенчатый, конвейерный	8	$\pm 0,50$	$\pm 0,30$	$18 \cdot 10^{-3}$	35

AD876	Многоступенчатый, конвейерный	10	$\pm 0,30$	$\pm 0,50$	10^{-2}	20
AD7882	Последовательного приближения с переключаемыми конденсаторами	16	$\pm 0,50$	$\pm 0,50$	2,5	0,4
AD7710	С сигма-дельта модулятором и уравниванием зарядов	20	0,0045			0,156
1107ПВ3	Параллельного действия, быстродействующий	6	$\pm 0,25$	$\pm 0,25$	$2 \cdot 10^{-2}$	100
1107ПВ4	То же	8	$\pm 1,00$	$\pm 1,00$	$3 \cdot 10^{-2}$	100

Назорат саволлари.

1. Интеграл микросхемалар деб нимага айтилади?
2. Рақамли интеграл микросхема деб нимага айтилади ?
3. Ярим ўтказгичли микросхема деб нимага айтилади?
4. Пленкали микросхема деб нимага айтилади?
5. Гибрид микросхема деб нимага айтилади?
6. Микропроцессор деб нимага айтилади?
7. Конструктив-технологик аломатларга кўра микросхемалар қандай турларга бўлинадилар?
8. Рақамли микросхемалар ёрдамида қандай функциялар амалга оширилади?
9. РАУ ва АРУ вазифалари ва иши ҳақида таркибидаги электрон қурилмалардан фойдаланишни ўрганинг
10. РАУ ва АКУ тузилиш усулларини кўрсатинг
11. Узгартиргичларда сигнал разрадларини роли ва кўриниши
- 12.
13. Интеграл триггерлар комбинацион мантиқий элементлар ва схемалардан нимаси билан фарқ қилади?

Маъруза 21 таркиби: Функционал электроника ривожланишинининг асосий йўналишлари

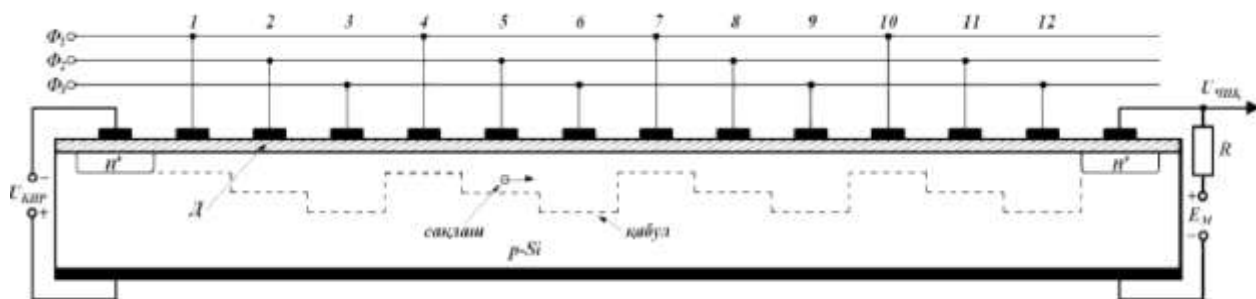
Режа :

Калит сўзлар:

ИМСларда компонентли тузилишдан четлашиш ва динамик бир жинсликмаслилардан фойдаланишга асосланган йўналиш — **функционал электроника"** номини олди. Функционал электроника (ФЭ) ривожланишининг бошланғич босқичида турибди. ФЭнинг кўп қурилмалари микроэлектрониканинг рақамли қурилмалари билан ишлашга мослашган. Улар биринчи навбатда юқори тезкорлик ва 10^4 бит сифимга эга хотира қурилмаларидир.

Функционал электрониканинг энг истиқболли баъзи асбоблари ишлаш принципларини кўриб чиқамиз.

Заряд алоқали асбоб (ЗАА) (1 - расм) юпка диэлектрик қатлам Д билан қопланган ва юзасига 12 та бошқарувчи метал электродлар тизими жойлаштирилган яримўтказгич кристалдан (масалан p - турли) иборат. Шундай қилиб 12 та МДЯ - тизим ҳосил қилинади. Тизимлар сони N элементлар орасидаги масофага, ёзувчи импульс давомийлигига боғлиқ бўлади ва $N = 200$ га етиши мумкин. Ҳар бир электрод кенглиги 1^{-12} мкм ни, улар орасидаги масофа эса 2^{-4} мкм ни ташкил этиши мумкин.



1 - расм. ЗАА туркумидаги уч фазали силжитувчи регистр тизимида заряд кучиши.

Барча электродларга бўсағавий кучланиш U_0 берилганда диэлектрик билан яримўтказгич орасида камбағаллашган соҳа ҳосил бўлади, бу соҳа потенциал чуқур деб аталади. Алоҳида электроддаги кучланиш қиймати ахборотни сақлаш кучланиши $u_{САҚ} > U_0$ гача ўзгартирилганда, ушбу электрод остидаги камбағаллашган соҳа яримўтказгичнинг бошқа

юзаларига қараганда "чуқурроқ" бўлади. Потенциал чуқурда электронларни (пакетини) тўплаш мумкин. Демак, МДЯ - тузилма маълум вақтгача потенциал чуқурдаги зарядга мос ахборотни эслаб қолувчи элемент сифатида хизмат қилиши мумкин. Электрон пакет динамик бир жинсликмасликни ташкил этади. Электрон пакетни сақлаш жараёнида маълум электрод (затвор) остида термогенерация ҳисобига қўшимча электронлар ҳосил бўлиши мумкин. Агар заряд ўзгаришининг рухсат этилган қиймати 1 % ни ташкил этса, ахборотни сақлаш вақти эса бир неча секунддан ошмайди. Шунинг учун ЗАА *динамик турдаги асбобдир*. Бирламчи тўпланган ва маълум аниқ потенциал чуқур билан боғлиқ зарядлар, яримўтказгич сирти бўйлаб потенциал чуқур силжитилган ҳолда кўчирилиши мумкин. Бунинг учун затворлардаги кучланишлар аниқ кетма - кетликда ўзгартирилиши мумкин.

Зарядни маълум йўналишда кўчириш учун ҳар бир электрод уч фазали бошқариш тизимининг Φ^1 , Φ_2 , Φ_3 такт шиналаридан бирига уланади. Демак, ЗААнинг бир элементи учта МДЯ - тузилмали ячейкадан иборат бўлади. Агар ЗАА қўшни электродларига берилган кучланишлар қиймат жиҳатдан бир-биридан фарқ қилса, қўшни потенциал чуқурлар орасида электр майдон ҳосил бўлади. Ушбу майдон йўналиши шундай-ки, электронлар каттароқ потенциалга эга соҳага дрейф ҳаракат қилади, яъни "саёзроқ" потенциал чуқурдан нисбатан "чуқурроқ"қа кўчади.

Агар заряд биринчи электрод остида тўпланган бўлса-ю, уни иккинчи электрод остига силжитиш зарур бўлса, унга каттароқ кучланиш берилади, бунда заряд юқориноқ кучланишли электрод остига кўчади. Кейинги тактда юқориноқ кучланиш навбатдаги электродга берилади ва заряд унга кўчади. Заряд кўчиришнинг уч тактли тизимида 1,4,7,10 ва шунга ўхшаш электродлар Φ^1 шинага, 2,5,8,11 электродлар Φ_2 шинага, 3,6,9,12 ва шунга ўхшаш электродлар эса Φ_3 шинага уланади.

Зарядларнинг электродлараро циркуляцияси барча ЗААлар қўлланишларнинг асоси ҳисобланади. Зарядларни кўчириш имконияти ЗААлар асосида силжитувчи регистрлар ва хотира қурилмалар яратиш имконини беради. Регистр деб иккилик код асосида берилган кўп разрядли ахборотни ёзиш, сақлаш ёки силжитиш учун қўлланиладиган қурилмага айтилади.

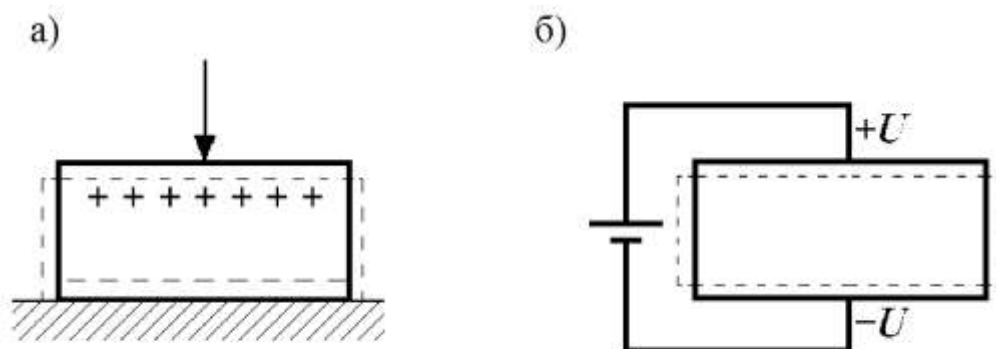
Сигналнинг заряд пакетларини бир неча усуллар билан, масалан, p - n ўтишдан заряд ташувчиларни метал электродлар остига инъекциялаш, МДЯ - турдаги тузилмада юза бўйлаб кўчкисимон тешилиш ёки метал

электродлар орасидаги аниқ жойлар орқали ёруғлик киритиб электрон - ковак жуфтликларни генерациялаш билан ҳосил қилиш мумкин.

Акустоэлектроника асбоблари. Акустоэлектрон асбобларнинг ишлаши электр сигнални ультратовуш тўлқинларга, уни товуш ўтказувчи орқали тарқалишига ва кейинчалик чиқиш электр сигналга ўзгартирилишига асосланади.

Шундай қилиб, бундай асбобларда кириш билан чиқиш орасида ахборот ташувчи бўлиб ультратовуш (акустик) сигнал деб аталувчи динамик бир жинслимаслик хизмат қилади. У 10 Гц частотали тебранишлардан иборат бўлиб, қаттиқ жисмда $1,5 \cdot 5,5$ км/с товуш тезлигида тарқалади. Акустик тўлқин тезлиги электромагнит тебранишлар тарқалиш тезлигига нисбатан 5 тартибга кичиклиги кўриниб турибди. Шунинг учун ушбу хусусиятдан биринчи навбатда кичик ўлчамли кечиктириш линияларини ишлаб чиқишда фойдаланилди. Акустоэлектрон асбоблар микроэлектроникада қўлланиладиган усуллар билан ҳосил қилиниши ва ИМСларга ўхшашлиги билан эътиборга лойиқ.

Ультратовуш тўлқинлар пьезоактив материалларда (пьезоэлектрикларда) ҳосил қилиниши мумкин. Шунинг учун ушбу синф асбоблар учун ишчи муҳит сифатида пьезоэффект жуда яққол наомён бўладиган диэлектрик ва яримўтказгич кристаллар хизмат қилади. **Тўғри пьезоэффект** деб механик кучланиш натижасида пьезоэлектрикнинг қутбланиш ҳодисасига айтилади (2, а - расм). Қутбланиш натижасида пьезоэлектрикнинг қарама - қарши томонларида пьезо - ЭЮК деб аталувчи потенциаллар фарқи ҳосил бўлади. **Тескари пьезоэффект** деб берилган ташқи кучланиш таъсирида жисмнинг геометрик ўлчамлари ўзгаришига айтилади (2, б - расм). Расмда жисмнинг деформациядан кейинги ўлчамлари пунктир чизик билан кўрсатилган.



17.2 – расм. Тўғри (а) ва тескари (б) пьезоэффект.

2 - раем. Тугри (а) ватескари (б) пьезоэффekt.

Кучланиш берилган жойда электр майдон кучланганлиги йўналишига боғлиқ холда пьезоэлектрик сиқилади ёки кенгайди. Натижада, товуш ўтказувчи деб аталадиган, кристал пластинада кўндаланг ёки бўйлама акустик ультратовуш частотаси берилган кучланиш частотасига тенг бўлади. Пьезоэлектрик маълум хусусий механик тебранишлар частотасига эга бўлгани сабабли, ташки ЭЮК частотаси билан пластина хусусий тебранишлар частотаси бир - бирига тенг бўлганда (резонанс ҳодисаси) пластинанинг тебранишлари амплитудаси энг катта қийматга эга бўлади.

Акустоэлектроника асбобларида частотаси 10^8 ГГц бўлган, кварц, литий ниобити ва танталати ҳамда CdS, ZnS, ZnO, GaAs, InSb ва бошқа юпқа яримўтказгич қатламларда генерацияланадиган ультратовуш тўлқинлар ишлатилади. Ушбу диапазондаги ҳажмий ва сирт акустик тўлқинлар (САТ) ишлатилади. САТларда ишлайдиган акустоэлектрон асбоблар кенг тарқалган. Уларга кечиктириш линиялари, полосали филтёрлар, резонаторлар, турли датчиклар ва шунга ўхшашлар киради. Бу асбобларда электр сигналларни акустик сигналга ва аксинча ўзгартириш махсус ўзгартиргичлар ёрдамида амалга ошади. САТлар ўзгартиргичларининг етти тури мавжуд бўлиб, амалда икки метал электродлари синфаз ва қозиксимон жойлашган турлари кенг тарқалган.

САТли филтёрлар кўп каналли электр алоқа ва космик алоқа тизимлари филтёрлари сифатида кенг ишлатилади. Улар телевизион қабулқилгичларнинг тасвир орқали частота кучайтиргич блокларида LC - филтёрларни алмаштирмоқда. Ҳозирги вақтда тасвирни ташиш частотаси 38 ва 38,9 МГц ни ташкил этувчи САТли телевизион филтёрлар серияли равишда ишлаб чиқарилмоқда.

Замонавий САТли филтёрлар $A_{\text{с}} = 0,05-50$ % ўтказиш полосасига эга, ўтказиш полосасидаги сўниш $20-60$ дБ, селективлиги 100 дБ гача. Бундай филтёрлар 900 МГц гача частоталарда ишлайди.

Магнитоэлектроника асбоблари. Магнитоэлектрон асбобларда ферромагнит материаллар ишлатилади. Улар домен тузилишга эга, яъни бутун ҳажми кўп сонли локал соҳалар - доменлардан ташкил топади. Доменлар тўйингунча спонтан магнитланган. Улар **полосали, лабиринтсимон** ва **цилиндрик** шаклга эга бўлиши мумкин. Доменнинг

чизиқли ўлчамлари миллиметрнинг мингларча улушидан ўнларча улушига тенг. Доменлар ўзаро *чегарадош деворлар* (Блох деворлари) билан ажралиб туради. Бу деворларда битта домен магнитланганлик векторига нисбатан аста ўзгаришлари содир бўлади.

Магнитоэлектроника асбобларида ахборот сигнаolini ташувчи сифатида қуйидаги динамик биржинслимасликларнинг биридан фойдаланилади:

- 1) цилиндрик шаклдаги доменлар;
- 2) чизиқли доменларда вертикал Блох чизиқлар (ВБЧ). Қўшни ВБЧлар орасидаги масофа етарли кичик, ўлчами 0,5 мкм бўлган чизиқли домен деворида 100 битгача ахборот сақлаш мумкин;
- 3) ферромагнит материални частотаси квант ўтишлар частотасига тенг ёруғлик билан ёритилганда ҳосил бўлувчи резонанслар ва тўлқинлар;
- 4) спин тўлқинлари ва бошқаларнинг квант тебранишларини акс эттирувчи квазизаррачалар - магنونлар.

НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Нанозлектроника нанотехнологияларнинг илмий ва технологик усулларида фойдаланишга асосланади.

Нанотехнология - алоҳида атом ва молекулаларни бошқаришни (манипуляция), шунингдек бунинг учун зарур назарий ва амалий текширишларни қўллаш асосида нанообъектларни ишлаб чиқиш ва ишлаб чиқариш билан шуғулланувчи фан ва техника соҳасидир.

ISO/TK 229 техник комитетда нанотехнология деганда:

- бир ёки ундан ортиқ координаталарда 100 нм дан кичик ўлчамларда ўлчамли ҳодисаларни эътиборга олиш одатда янги қўлланишларга олиб келувчи нмли диапазонда материалларни тушуниш ва материалдаги жараён ва хусусиятларни бошқариш;

- алоҳида атом ва молекула, шунингдек ҳажмий материаллар хусусиятларидан фарқ қилувчи нмли материаллардан янги хусусиятларни намоён қилувчи мукаммаллашган материаллар, асбоблар ва тизимлар ҳосил қилиш учун фойдаланиш назарда тутилади.

Нанотехнологиялар объекти - аввалам бор ўлчамлари 12^{100} нм бўлган "нанозаррача" деб аталувчи зарралардан иборат. Нанозаррачалар

катализатор ва адсорбцияловчи моддалар сифатида қизик. Оксиллар, нуклин кислоталар билан таъсирлашувида нанозаррачалар қизик хусусиятларга эга. Нанозаррачалар ўз - ўзидан янги хусусиятларни намоён этувчи маълум тизимни ҳосил қилиши мумкин.

Нанозаррачаларнинг қуйидаги турлари маълум:

- ўтказгичларни портлатиш, плазма синтези, юпқа пардаларни тиклаш ва бошқа йўллар билан олинувчи уч ўлчамли объектлар;

- молекуляр ва атом нури эпитақсия, газ фазали эпитақсия, ион ўстириш ва бошқа усуллар билан ҳосил қилинувчи наноқатламлар - икки ўлчамли объектлар;

- бир ўлчамли объектлар - вискерлар;

- ноль - ўлчамли объектлар - квант нуқталар.

Нанотехнологиялар олдидаги энг муҳим масалалардан бири табиатда мавжуд биополимерларнинг ўз - ўзини ташкил этишига ўхшаш нанозарраларни ўз - ўзидан ташкилланишидан иборат.

Қўлланилиши нуқтаи - назаридан, жумладан, наноэлектроникада энг қизик ва истиқболли нанообъектлар:

- Углеродли нанотрубкалар - одатда яримсферик бошча билан тугалланувчи ва диаметри бир нм дан бир неча нм гача узунлиги бир неча см ни ташкил этувчи, бир ёки бир неча (кўп қатламли нанотрубка) трубка шаклида ўралган гексагонал графит текисликлар (графен).

- Фуллеренлар - жуфт сонли уч координатли углерод атомларидан тузилган қавариқ туташ кўпёқликлар.

- Графен - углерод атомларининг моноқатлами. Графен хона температурасида электронларнинг юқори ҳаракатчанлигига, тузилиши бўйича ноёб тақиқланган зонага эга ва шунинг учун нисбатан арзон кремнийни алмаштириш истиқболи мавжуд.

- Нанокристаллар - турли кристал нанозаррачалар - наностерженлар, наносимлар, нанотрубкалар, наноленталар, наноҳалқалар, нанопружиналар ва бошқалар, микро - ва оптоэлектроникада, микросенсорларда, фотокатализда, пьезоўзгартгичларда ва шунга ўхшашларда истиқболли. Барча нанозаррачалар кристал тузилишга эга бўлгани сабабли нанокристал ва нанозарра синонимлардир. Нанокристалл атамаси билан нанообъектнинг кристаллигига қўшимча урғу берилади. Шу билан биргаликда, охириги

вақтда нанокристалл деб кристалга ўхшаш икки ўлчамли ва уч ўлчамли нанозаррачалардан иборат тузилмалар атала бошланди, яъни ушбу атама янги маънога эга бўлди.

- Наноқурилма, хусусан, наноэлектроникада асосий объект - электрон наноқурилма.

Наноўлчамларга ўтганда модда хусусияти (нанообъект хусусияти) ўзгаради. Биринчидан, моддалар ҳажмидаги атомларга нисбатан нанозаррачалар сиртидаги кимёвий боғланишлари тўйинмаган атомлар бошқача хусусиятга эга бўлади. Микрозаррачаларда сиртки атомларнинг нисбий зичлиги улуши эътиборга олмаса бўладиган даражада кичик, нанозаррачаларда эса - сезиларли ва хатто кўп бўлади. Иккинчидан, 12 мкм дан кичик ўлчамларда, электр ўтказишнинг классик назарияси нотўғри бўлади ва нанозарралар ўлчами электроннинг эркин юриш йўли узунлигидан кичик бўлгани учун Ом қонуни бузилади. Электронлар ҳаракати баллистик бўлиб қолади. Учинчидан, нанотузилмаларда электронлар ҳаракатининг квант табиати ва нанотузилмаларнинг де - Бройль тўлқин узунлигига яқин $\lambda = h/(mv)$ кичик ўлчамлари ҳамда электронлар ҳаракатининг квант табиати билан боғлиқ турли квант - ўлчамли эффектлар кузатилади.

Микроэлектроника ўзининг ярим асрлик тарихи давомида ИМСлар элементлари ўлчамларини камайтириш йўлида Мур қонунига мувофиқ ривожланмоқда. 1999 йилда микроэлектроника технологик ажратишнинг 100 нмли довоини енгиб наноэлектроникага айланди. Ҳозирги вақтда 45 нмли технологик жараён кенг тарқалган. Бу жараён оптик литографияга асосланишини айтиб ўтаемиз.

Микроэлектрон қурилмалар (ИМСлар) яратишнинг ананавий, планар жараён каби, усуллари яқин 10 йиллик ичида иқтисодий, технологик ва интеллектуал чегарага келиб қолиши мумкин, бунда қурилмалар ўлчамларини камайтириш ва уларни тузилиш мураккаблигининг ошиши билан ҳаражатларнинг экспоненциал ошиши кузатилади. Муаммони нанотехнологиялар усуллари қўллаган ҳолда янги сифат даражасида ечишга тўғри келади.

МДЯ транзисторларда затворости диэлектриги ананавий равишда SiO_2 ишлатилади, 45 нм ўлчамли технологияга ўтилганда диэлектрик қалинлиги 1 нмдан кичик бўлади. Бунда затвор ости орқали сизилиш токи ортади.

Кристалнинг 1 см юзасида энергия ажралиш 1 кВтга етади. Юпқа диэлектрик орқали ток оқиш муаммоси SiO₂ ни диэлектрик сингдирувчанлик коэффиценти s катта бошқа диэлектрикларга, масалан s -20+25 бўлган гафний ёки цирконий оксидларига алмаштириш йўли билан хал этилади.

Келгусида, транзистор канали узунлиги 5 нмгача камайтирилганда, транзистордаги квант ҳодисалар унинг характеристикаларига катта таъсир кўрсата бошлайди ва хусусан, сток - исток орасидаги туннеллашув токи 1 см² юзада ажраладиган энергияни 1 кВт га етказди.

Планар технологиянинг замонавий процессорлар, хотира курилмалари ва бошқа рақамли ИМСлар ҳосил қилишдаги ютуқлари ўлчамлари 90 нм, 45 нм ва ҳатто 28 нмни ташкил этувчи ИМСлар ишчи элементларини ҳосил қилиш имконини яратганлиги бугунги кунда кўпчилик тадқиқотчилар томонидан нанотехнологияларнинг қўлланилиш натижасидек қаралмоқдалигини айтиб ўтамиз. Бу мавжуд ISO /TK 229 нуқтаи - назаридан тўғри. Лекин, планар жараён биринчи ИМСлар пайдо бўлиши билан, ўтган асрнинг 60 - йилларида ҳеч қандай нанотехнологиялар мавжуд бўлмаган вақтда пайдо бўлди ва шундан бери принципиал ўзгаргани йўқ.

Назорат саволлари

1. Функционал электроника нима?
2. Акустоэлектроника асбоблари деганда нимани тушинасиз?
3. Ультратовуш тўлқинлар қандай материалларда ҳосил қилинади?
4. Пьезоэффект ҳодисасига тариф беринг?
5. Магнитоэлектроника асбоблари деганда нимани тушинасиз?
6. Нанотехнология нима?