

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

**ҚАРШИ МУҲАНДИСЛИК – ИҚТИСОДИЁТ ИНСТИТУТИ**

**ОЛИЙ ТАЪЛИМНИНГ**

**5520200 – «ЭЛЕКТР ЭНЕРГЕТИКАСИ»**

**йўналиши бўйича тайёрланувчи бакалаврлар учун**

**ЭЛЕКТРОНИКА АСОСЛАРИ**

**фанидан маърузалар матни**

**ҚАРШИ – 2006**

**УДК 621.316(075)**

Тузувчи:

доц. Холиков Ю.Д.  
к.у.к. Мавлонов Б.Б.

Такризчилар:

Рисбаев А.С., ТДТУ профессори  
Сулаймонов Ғ.И.  
“Электр энергетика” каф. к.ўқитувчиси.

## КИРИШ

✓ Ҳозирги даврда электроника ўзининг мазмуни ва ҳаётимизга жадал кириб келиши, фаровонлик ва ижтимоий – иқтисодий масалаларни ҳал этиши билан иқтисодни кескин ўзгартириб юборди. Электроника асосларини, вакуумли лампалар ва ярим ўтказгичли қурилмалар ташкил қилади, бу қурилмалардан кенг фойдаланилмоқда. Ҳар йили ярим ўтказгичларнинг ҳозиргача номаълум бўлган физик - кимёвий хоссалари аниқланмоқда, улардан янги янги электрон асбоблар тайёрланмоқда. Шу тўғрисида электроникада бўлган қизиқиш тобора ортиб бормоқда. Электроника кирмаган бирор соҳа йўқ, ярим ўтказгичлар асосида қурилган электрон асбоблар эндиликда ишлаб чиқариш жараёнларни автоматик бошқарув тизимига, транспорт ва алоқа тизимига, электр энергия ишлаб чиқариш тизимига, радио – телевиденияни ривожланишида, маиший хизмат ва кундалик ҳаётимизда бекиёс ўз таъсирини кўрсатмоқда ва кириб келмоқда.

Электроника қишлоқ ҳўжалигида, температуранинг аниқ ўлчашда, тўпроқнинг намлигини аниқлашда, ўсимлик ва ҳайвонларнинг энг муҳим хусусиятларини баҳолашда, зотдор чорва молларини генетикасини юзага келишга сабаб бўлмоқда. Электр энергия таъминотида, занжир параметрларини автоматик ростлаб туришга, занжирдаги носозликларни аниқлашда, юкларни назорат қилиб туришга;

Маиший хизмат соҳасида, уй – рўзғор электрон асбоблар инсон манфаати учун хизмат қилмоқда.

Ярим ўтказгичлардан тайёрланган фотоэлементлар (қуёш батареялари) қуёшдан келаётган ёруғлик энергиясини бевосита электр энергиясига айлантириб беришга имкон туғдирган бўлса, термоэлементлар (термогенераторлар) иссиқлик энергияси ҳисобига электр энергия олишга ёрдам бермоқда. Ишлаб чиқарилаётган қуёш батареяларининг фойдали иш коэффициентини  $\eta=25\%$  , термогенераторларнинг ФИК  $\eta=16\%$  дир.

Яқин ўтмишда XX асрнинг 1980-1990 йилларида электроника соҳасида энг муҳим давр ҳисобланади. Электрониканинг ярим ўтказгичлар даври гуркираб ривожланди, радио ва ярим ўтказгичлар техникасининг пайдо бўлиши, телевидениянинг янги авлоди кашф этилиши, автоматика ва телемеханиканинг тараққий этиши, микропроцессорларни ва микроэлектрониканинг мисли қурилмаган даражада ўсиши, интеграл чизмаларнинг электробио энергетиканинг

кашф этилиши ўсиши билан чамбарчас боғлиқдир. Электроника ҳаётимизни яхши томонга бурилишга хизмати биқиёсдир.

Электроника асослари фани: - Электро вакуумли ва ярим ўтказгичли асбобларни яратиш, уларни ишлаб чиқариш ва замонавий оддийдан мураккабгача бўлган электрон асбоблар ва қурилмалардан тўлиқ фойдаланишни ўргатадиган таълим йўналишидир.

Электроникага асос солган, пойдевор қурган машҳур физик олимлар:

✓ Даниялик профессор Г.Эрстед 1819 йилда "электр ва магнит ҳодисалари" орасида боғланиш борлигини аниқлади ва илмий асослаб берди.

✓ Инглиз физиги М.Фарадей 1831 йилда "электромагнит индукция қонуни"ни кашф этди. Бу кашфиёт ҳозирги замон электроникасини асосини ташкил этди.

✓ Машҳур физик олим Ж.Максвелл 1873 йилда "электромагнит тўлқинларнинг муҳитларда тарқалиш назарияси"ни яратди ва илмий асосда исботлаб берди.

✓ Немис олими Г.Герц 1895 йилда П.Н.Лебедев ва Ж.Максвеллнинг "электромагнит тўлқинларнинг муҳитларда тарқалиш назарияси"ни амалий тажрибаларда қўллаб тасдиқлаб берди. Ўзининг "Герц – вибратори" қурилмасини яратди.

✓ Машҳур рус олими А.С.Попов 1896 йилда, Максвеллнинг "электромагнит тўлқин назарияси" ва "Герц – вибратори"дан фойдаланиб, жуда кўп тажрибалар ўтказиб "радио тўлқинлар" қабул қилишни амалга оширди. А.С.Попов 1897 йилда иккита кема орасида алоқа боғлаш пайтида кемалардан радио тўлқинларни қайтишини аниқлади. Бу ҳодиса эса "радиолокация" асосини ташкил қилади.

✓ XX асрнинг бошида электроника қурилмаларини яратиш даври бошланди.

✓ Икки электродли электрон вакуумли "диод" лампаси 1904 йилда яратилди.

✓ Электрон вакуумли лампаларда электронлар оқимини бошқариш усули 1907 йилда аниқланди ва уч электродли "триод" лампаси яратилди.

✓ Машҳур рус олими физик В.П.Вологдин 1908 йилда "ион"ли асбоблар ёрдамида "симобли тўғрилагич"ни кашф этди.

✓ Рус олими Д.А.Ражонский 1910 йилда "электрон нурли трубка"ни кашф этиб, ҳозирги телевиденияга улкан хиссасини қўшди.

Электрониканинг ривожланиши натижасида радиотехника, радио – телевидения, радиолокация, радионавигация, радио космик алоқа,

радиоэлектрон телебошқариш, электрон ҳисоблаш техникаси, ахборот техналогияси, микроэлектроника ва бошқа муҳим соҳалар пайдо бўлди. Электрониканинг имкониятлари жуда катта бўлиб, ер шарининг хоҳлаган нуқтаси билан ишончли алоқа ўрнатишга имкон беради.

Ҳозирги ХХІ асрнинг туб маънода "электроника" асри деса ҳам бўлади. Фан ва техника кескин суръатлар билан ривожланишига пойдевор бўлиб хизмат қилаётган "электроника асослари" фанининг роли жуда катта, демак ҳозирги ёш авлод бу фан назариялари билан қуролланган бўлишлари керак. Электроникани ўрганиш ва уни ҳаётга татбиқ этиш ҳозирги даврнинг – талабидир.

# 1-Мавзу: "Электроника асослари" фанининг ривожланиш босқичлари.

Режа:

- 1.1. Электроникада асос бўлган манбалар.
- 1.2. Электронларни электр майдонидаги ҳаракати.
- 1.3. Электронларни магнит майдонидаги ҳаракати.

## Таянч сўзлар ва иборалар;

Термоэлектрон эмиссия, вакуумли лампа, электр ўтказувчанлик, катод, анод, электр ва магнит майдон кучланганлиги Электроника, электрон вакуум лампа, ярим ўтказгич, диод, транзистор, тиристор, тўғрилагичлар, автоматик электрон қурилмалар.

Адабиётлар 2, 4, 6, 7.

### 1.1. Электроникада асос бўлган манбалар.

Электрониканинг пайдо бўлишига, ривожланишига, тараққий этишига дастлабки яратилган, электрон вакуумли, шиша балонли лампалар асос бўлиб хизмат қилади. Электрон вакуумли лампаларнинг тузилиши ва ишлаш принципини, термоэлектрон эмиссия ҳодисаси билан тушунтирса, аниқлик киритса яхши бўлади. Бу электрофизик жараённи қоидаси қўйидагича изоҳланади:

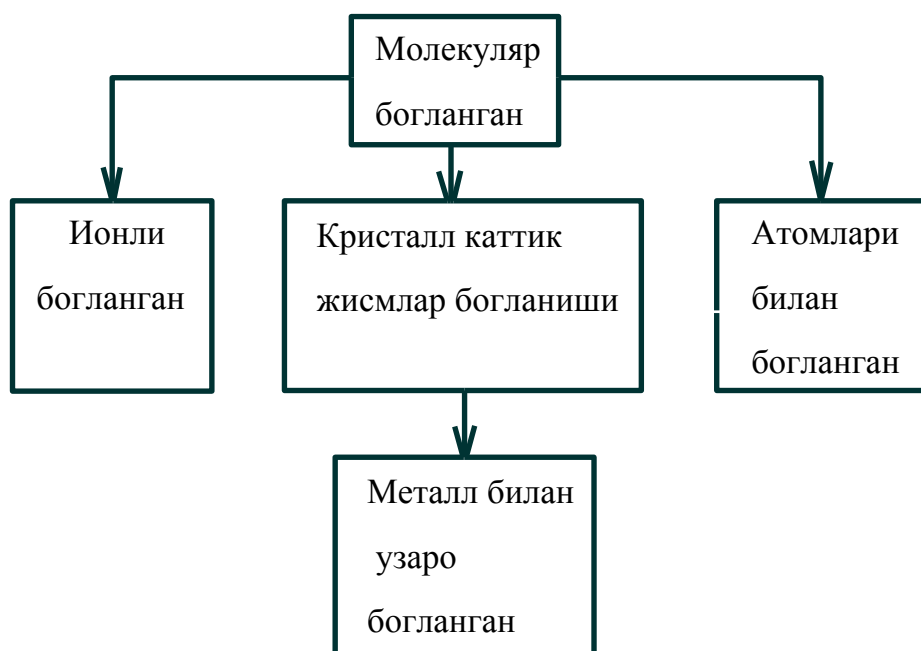
Қоида: - Термоэлектрон эмиссия ҳодисаси деб, ҳавосиз муҳитда (вакуумда) "цезий" оиласига яқин бўлган металллар сирти қиздирилса электрон учиб чиқариш қобилиятини намоён қилади. Шундай металлларни электрон оқими чиқариш ҳодисаси электроника яратилишига дастлабки қадам бўлди. Бу оламшумул кашфиёт Т.Эдисон томонидан 1833 йилда Америка қитъасида яратилди.

Айрим металлларни электрон оқими чиқариш қобилиятига қўйидагича физик таъриф берилган:

Ҳар қандай металл электр токини яхши ўтказади, бу металл кристалл панжараларини жойлашув ҳолати ва атомлари билан боғлиқдир. Кристалл қаттиқ жисмларнинг атом ва молекулалари даврий такрорланиб турувчи тартибда жойлашган бўлиб, улар мунтазам геометрик шакл ҳосил қилиб туради. Металллар (ҳақиқий электр токини йиғувчилари) кристалл структурасидаги атомларни бир – бирига нисбатан маълум ҳолатда туришга мажбур қилувчи боғланиш кучининг характериға қараб кристалл қаттиқ жисмлар қўйидаги боғланишлар туриға бўлинади.

Бир металл атомидан, иккинчи металл атомиға эркин қилиб юрадиган электронлар бўлади. Ана шу металлларни бирини олиб, уларға

"ўтказгич" деб қараб, ҳар хил ишорали кутбли зарядлар яъни  $q_+$  (катод) ва  $q_-$  (анод) оралиғида жойлаштириб кечаётган жараённи кўзатсак ундан тартибли ҳаракатланаётган электронлар оқаётганини кўзатамиз, бу электр токи пайдо бўлгани билан изоҳланади. Агар электр токини йўлига махсус металл хусусияти йўқ бўлган кичик тўсиқ жойлаштирсак, электронлар оқими тухтайди, ток йўқолади. Электрон "ҳаволи" муҳитда ҳеч қачон ҳаракатга келмайди. Чунки ҳаво энг яхши "диэлектрикдир".



## 1.2. Электронларни электр майдонидаги ҳаракати.

Электроннинг электр майдонидаги ҳаракатини таҳлил қилиб чиқсак, бу жараён қўйидагича кечади. Аниқлик киритиш мақсадида ҳавоси сўриб олинган "вакуум" шиша балон ичига иккита ўзаро параллел А-анод, К-катод металл пластинкалар жойлаштириб (1-расм)  $U$ -кучланишни манбага улаймиз. Иккала электрод катод – анод пластинкалари орасида электр майдони ҳосил бўлади. Физика фанидан маълумки электр майдон кучланганлиги "E" ҳарфи билан белгиланади ва бу катталиқ, кчланиш ва анод – катод орасидаги масофа "d"га боғлиқдир.

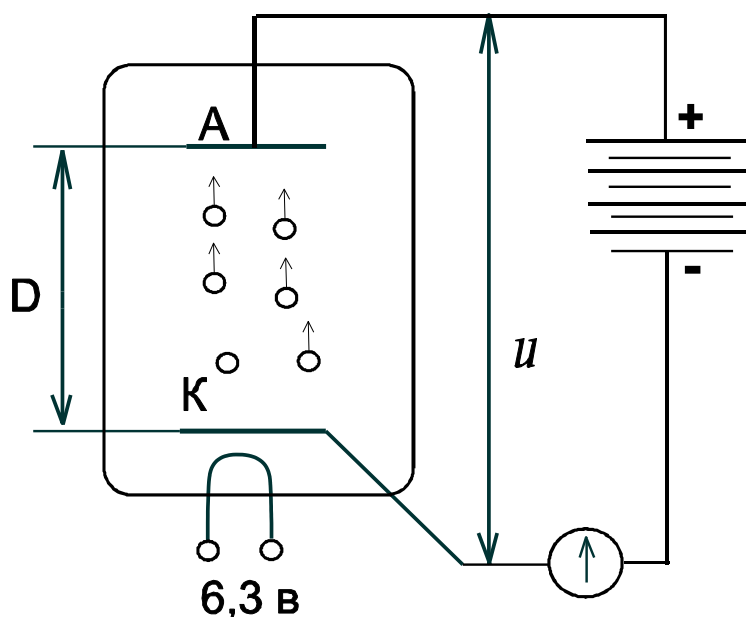
$$E = \frac{U}{d}; \quad E = \frac{1\varrho}{1m};$$

Электрон манфий зарядли жуда кичик зарра бўлиб, у " $q_e$ "-зарядга; " $m_e$ "-массага; " $d_e$ "-диаметрга эга бўлиб, уларни аниқланган ўртача сон қиймати қўйидагиларга тенг.

1. Электрон заряд -  $q_e=1.6 \cdot 10^{-19}$  кулон;
2. Электрон тинчлик массаси -  $m_e=9,1 \cdot 10^{-31}$  кг;
3. Электрон диаметри -  $d_e=2,0 \cdot 10^{-15}$  м;

Электрон заряди " $q_e$ "нинг унинг массаси " $m_e$ "га нисбати ўзгармас (const) катталиқдир.

$$\frac{q_e}{m_e} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19}}{9,1 \cdot 10^{-31}} = 1,759 \cdot 10^{-11} \text{ кл/кг}$$



1-расм

Электр майдони ҳосил бўлган анод – катод оралиғида электронни ҳосил қилсак, унга албатта қандайдир F-куч таъсир қилади.

$$F = eE$$

Бу ерда F-куч (1Н); e-электрон (1к); E-майдон кучланганлиги(1в/м):

Ҳосил бўлган F-куч йўналиши, электр майдонига қарама –қарши бўлади, ўзаро таъсирлашади. Электрон анод-катод орасидаги электр майдонидада ҳаракат қилаётганда, унинг чизиқли тезлиги " $v$ " ортиб боради, натижада электр майдонида электрон маълум бир ишни бажаради. Бу иш қўйидаги ифода билан аниқланади.

$$Fd = eEd = eU$$

Электрон томонидан бажариладиган иш, электронни кинетик энергияси ҳисобидан юзага келади.

$$W_e = \frac{m_e v_e^2}{2}; \quad A_e = eU; \quad W_e = A_e;$$



у ҳолда 
$$\frac{m_e v_e^2}{2} = eU; \quad \text{бўлади.}$$

Бу тенгламадан электронни анод-катод оралиғидаги тезлигини топиш мумкин.

$$V_e = \sqrt{2 \cdot U \cdot \frac{e}{m_e}} = \sqrt{2 \cdot U \cdot \frac{1,6 \cdot 10^{-19}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 600\sqrt{U};$$

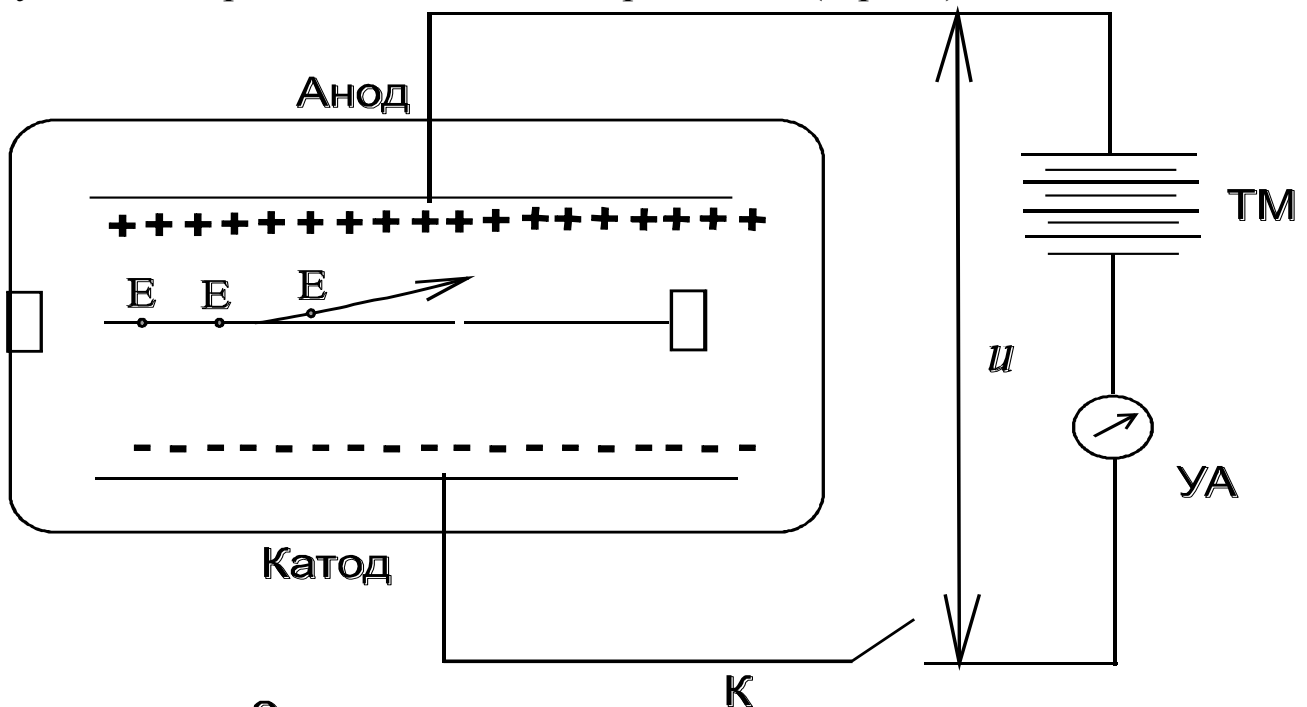
Демак электронни тезлиги  $V_e = 600\sqrt{U}$  га тенг бўлар экан.

$V_e$  – электрон тезлиги (км/с);

$U$  – анод-катод орасидаги кучланиш (В);

### 1.3. Электронларни магнит майдонидаги ҳаракати.

Магнит майдони ҳам, электр майдонига ўхшаб электрон ҳаракатига таъсир кўрсатиши мумкин. Агар ҳавосиз муҳитда (вакуумда) электрон, электр майдонида кўндаланг ҳаракат қилса у мусбат электрод "анод" томонга қараб оғади. (2-расм)

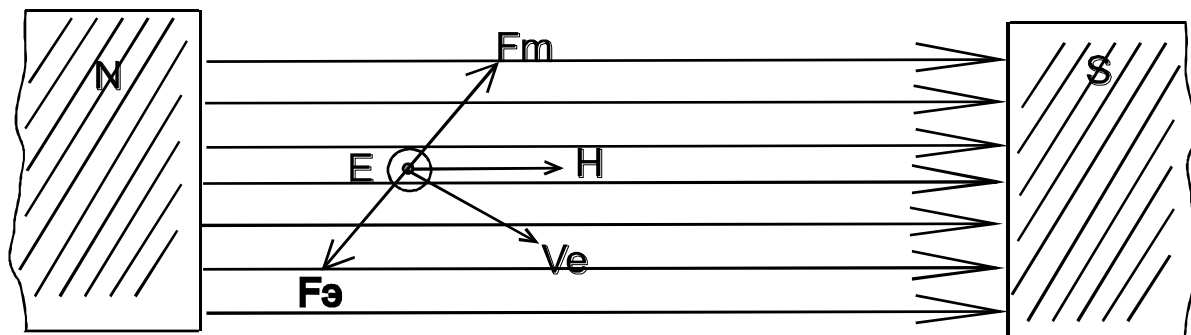


2-расм

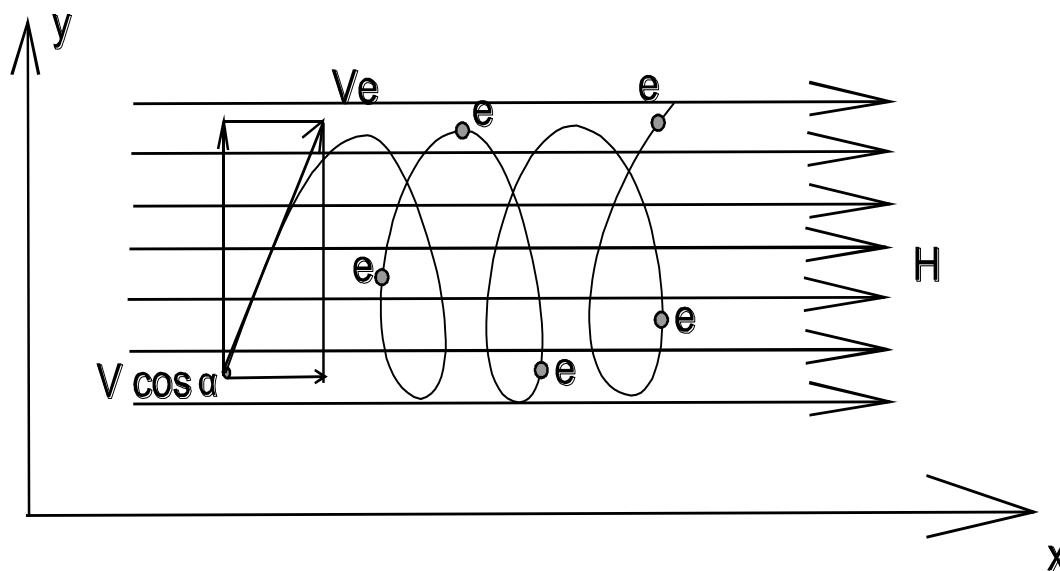
Электроннинг "анод" томонга оғиши майдондаги электроннинг бошланғич тезлиги " $V_e$ "га боғлиқ. Агар бир жинсли магнит майдонида  $V_e$  тезлик билан электрон ҳаракат қилса, электрон магнит майдон куч чизиқларини кесиб ўтгандагина унга  $F_3$ -электродинамик куч таъсир этади.

Магнит майдонида электронга таъсир этаётган  $F_M$ -куч, электрон ҳаракатининг йўналишига перпендикуляр равишда йўналган бўлиб,

электрон ҳаракат йўналишини маълум бурчак остида ўзгартириб юборади. Электронни ҳаракати давомида унинг тезлиги " $V_e$ " ва кинетик энергияси  $W_k = \frac{m_e v_e^2}{2}$  сон жиҳатдан абсолют ўзгармайди. Электронни ҳаракат йўналиши "парма қоидаси" бўйича аниқланади.



3-расм



4-расм

Агар электрон  $V_e$  тезлик билан магнит куч чизиқларини  $\alpha=90^\circ$  бурчак остида кесиб ўтса,  $R$ -радиусли айлана бўйлаб ҳаракат қилади. Бунда электрон тезлиги " $V_e$ " га перпендикуляр бўлган бир жинсли магнит майдонида, марказга интилма  $F_3$  куч таъсир этади. (3-расм)

Агар электрон ўз ҳаракати давомида магнит майдон куч чизиқларини  $\alpha=90^\circ$  бурчак остида эмас, балки бошқа бир бурчак остида кесиб ўтса, у ҳолда  $F_3$ -куч анча камайиб, электроннинг босиб ўтган траекторияси қадар "ўзгармас винт" чизиғи бўйлаб ўтади. (4-расм). Магнит майдони ўзгармас бир жинсли бўлган муҳитда, маълум  $V_e$ -тезлик билан ҳаракатланаётган электронга таъсир этувчи  $F_3$  куч кўйидаги ифода ёрдамида аниқланади.

$$F_e = e \cdot V_e \cdot H \cdot \sin \alpha$$

бу ерда:  $e$  – электрон заряди (1кл);  
 $H$  – магнит майдон кучланганлиги (А/м);  
 $\alpha$  - магнит майдон куч чизиқлари билан,  
электроннинг ҳаракат йўналиши орасидаги  
бурчак.

***Мавзунини мустақамлаш саволлари:***

1. Электроника нима?
2. Электроникага кимлар асос солган?
3. Электр вакуумли лампа қачон яратилди?
4. Интеграл чизмалар қандай вазифани бажаради?
5. Электрон тинч турган ҳолатида массаси нечага тенг бўлади?
6. Электронни вакуумдаги тезлиги қанча?
7. Электр майдон кучланганлиги деганда нимани тушунаси?
8. Магнит майдон деганда нимани тушунаси?
9. Электронга қандай кучлар таъсир қилади?
10. "Анод" ва "катод" деганда нимани тасаввур қиласиз?

**2-Мавзу: Ярим ўтказгичли асбоблар ва қурилмалар ҳақида умумий маълумот.**

Режа:

- 2.1. Ярим ўтказгичлар ҳақида умумий тушунчалар.
- 2.2. Ярим ўтказгичли диодлар ва уларнинг вольт-ампер тавсифи.
- 2.3. Ярим ўтказгичли қурилмаларни белгиланиши.

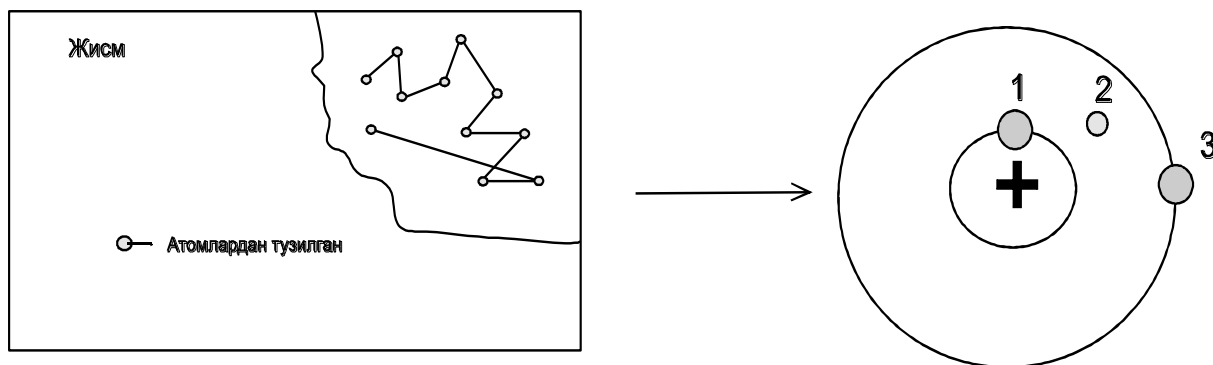
**Таянч сўзлар ва иборалар:**

Ўтказгичлар, ярим ўтказгичлар, диэлектриклар, солиштирма ўтказувчанлик, электрон-тешик тушунчаси, валенлик ва коваленлик.  
Адабиётлар. 3,4,5,10.

**2.1. Ярим ўтказгичлар ҳақида умумий тушунчалар.**

Табиатда мавжуд бўлган микроскопик жисмлар молекулалардан, молекулалар эса атомлардан тузилгандир. (5-расмга қаранг)

Атомлар ядроси "мусбат" зарядланган, ядронинг атрофида электрон айланиб туради, унинг заряди "манфий"дир. Ядро билан электронлар орасида тортишиш кучи доимий ўзаро мувозанат ҳолатида туради.



5-расм

1 Протон (мусбат заррача)

2 Нейтрон (зарядсиз)

3 Электрон (манфий заррача)

$$F_{\text{ядро}} = F_{\text{э}} \quad F_{\text{ядро}} = \frac{q_e q_n}{R^2} \quad F_{\text{э}} = \frac{m_o v_o^2}{2}$$

Атом ядроси атрофида электронлар маълум орбита бўйлаб ҳаракатланади. Орбитадаги ҳар бир электрон маълум энергияга эга. Кимёвий элементларда электронларнинг орбиталар бўйлаб ҳаракатланишига қараб, улар шартли равишда ўтказгичлар, диэлектриклар ва ярим ўтказгичларга бўлинади.

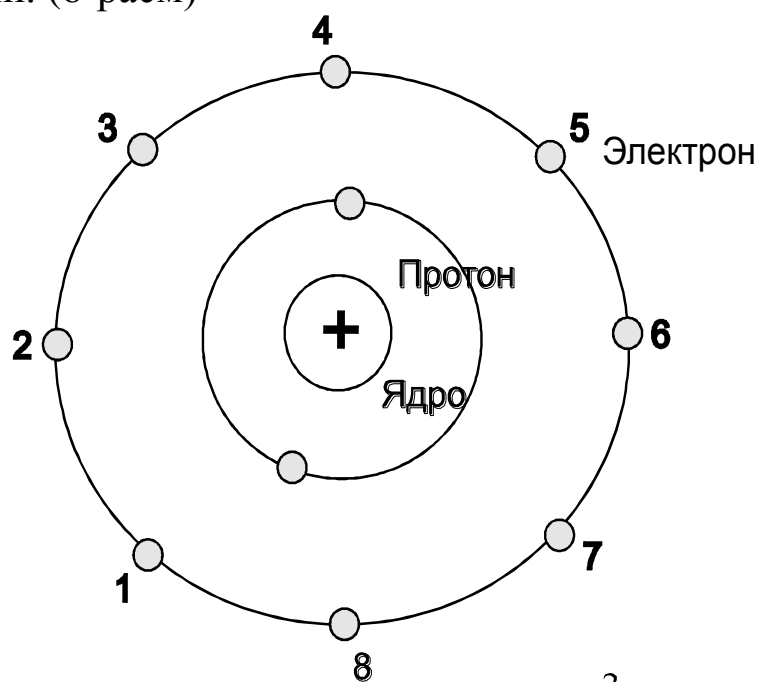
| Ўтказгичлар  | Диэлектриклар  | Яримўтказгичлар  |
|--|--|--|
| Жисмда электр зарядлари бўйича ҳаракатлана бундай ўтказгичлар юритилади.   | Жисм атомида электронлар билан мустақкам боғланган бўлса, бундай жисм диэлектриклар (изоляторлар) дейилади.        | Ўтказгич ва диэлектриклар орасидаги жисмлар яримўтказгичлар дейилади. Ярим ўтказгичга кремний,         |
| Ўтказгичларга металлларни ҳамма тури, электролитлар, тўзлар, кислоталар, ишқорий эритмалар ва қиздирилган газлар киради. | Диэлектрикларга қахрабо, эбонит, шиша, чинни, каучук, мойлар, олтингугурт, слюда, нормал шароитдаги газлар киради. | германий, теллур, металл оксидлари, сульфидлар ва бошқа шу каби хоссаларга эга бўлган моддалар киради. |

Ярим ўтказгичлар ҳақида фикр юритамиз.

## 2.2. Ярим ўтказгичли диодлар ва уларнинг вольт-ампер тавсифи.

Ярим ўтказгич деб солиштирма ўтказувчанлиги металллардан катта, диэлектриклардан кичик бўлган жисмларга айтилади. Ҳар қандай жисмни солиштирма ўтказувчанлик хоссаси, жисмнинг ички тузилишини, уларни таркибида (атомида) электронларни қандай жойлашгани (структурасига) боғлиқ бўлади.

Қаттиқ жисмнинг ҳар бир атоми мусбат зарядланган марказий ядро ва унинг атрофида катта тезлик билан айланадиган манфий зарядли электронлардан иборат. Электронларни баъзи бирлари ядро билан ўзаро маҳкам боғланган бўлиб, электронни ядродан ажратиб олиш жуда қийин, айрим охириги орбитадаги электронларни ядро билан кучсиз боғланган бўлганлиги учун маълум шароитда ундан ажратиб олиш мумкин. (6-расм)



6-расм

$$Z = 2 n^2$$

$$n = 1, n = 2$$

$$Z = 2 \cdot 1^2 = 2 \text{ та}$$

$$Z = 2 \cdot 2^2 = 8 \text{ та}$$

**Z- электрон сони**

Охириги орбитадаги электронлар сони тўлиқ бўлмаса ва маълум бир шароитда (иссиқлик таъсир қилганда) ўз атомларидан осонгина ажралиб эркин ҳаракат ҳолатига ўтади. (Термоэлектрон эмиссия ҳодисасини эсланг). Агар ярим ўтказгич таркибига валент электронлар сони бошқача бўлган бирикмадан бир оз киритилса, у ҳолда унинг ўтказувчанлиги бирмунча ўзгаради. Агар соф германий кристалли олинса, германий атомида n-32 электрон мавжуд бўлиб, улар қўйидаги

тартибда жойлашгандир. Электронлар сони  $z$ -ни ҳисоблаймиз. Агар  $n_1=1$  (2та);  $n_2=2$  (8та);  $n_3=3$  (18та);  $n_4=4$  (32та); электрон бор.

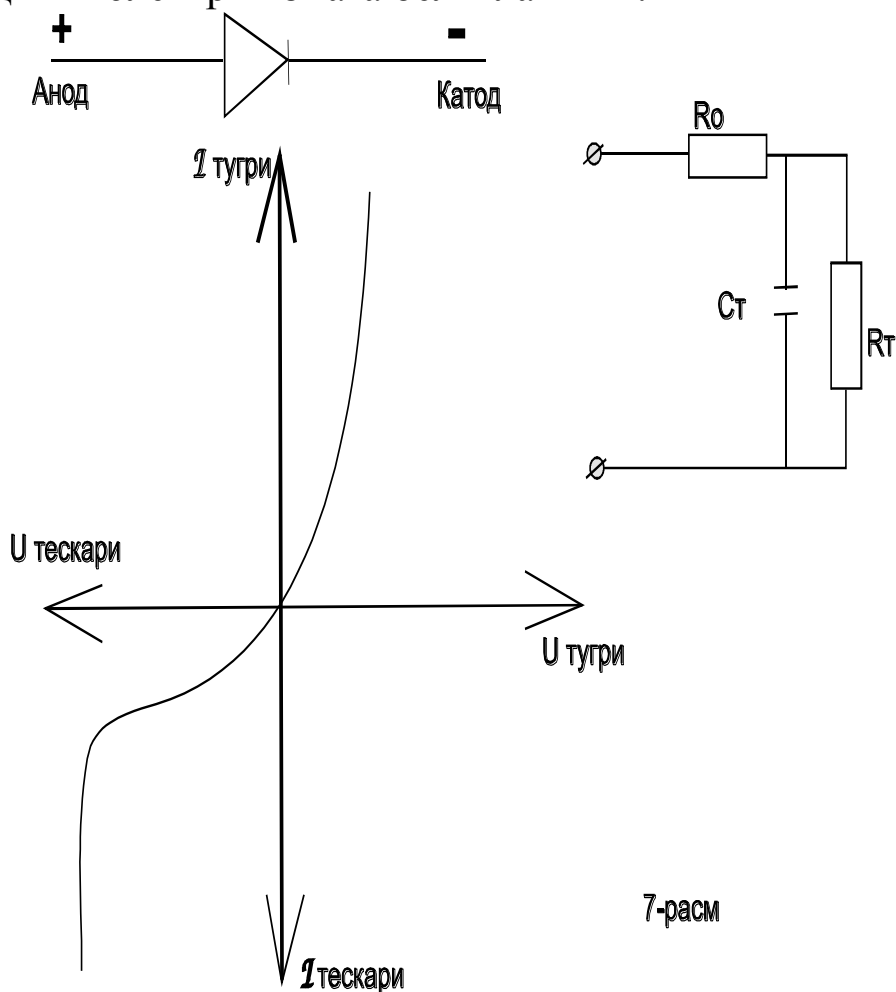
$$N = n_1 + n_2 + n_3 + n_4 = 2 + 8 + 18 + 32 = 60 \text{та}$$

$$N = 60 - 28 = 32 \text{та электрон.}$$

Ярим ўтказгичлар электроникаси солиштирма электр ўтказувчанлик ўтказгич ва диэлектрикларнинг электр ўтказувчанликлари орасида бўлган махсус моддалар хусусиятидан фойдаланишга асосланган. Бундай моддалар электроникада ярим ўтказгичлар деб юритилади.

Ярим ўтказгичлар асосида "диодлар" курилган. Диоднинг асосий тавсифларидан бири бўлган жараён уларни вольт-ампер тавсифи. (7-расм)

Диоднинг электр чизмага белгиланиши.



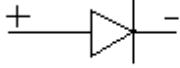
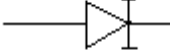
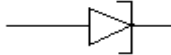
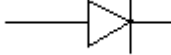
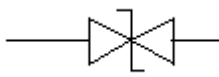
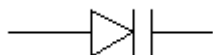
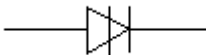
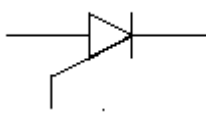
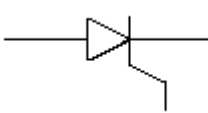
7-расм

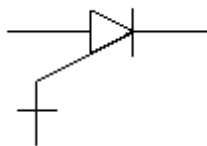
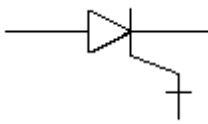
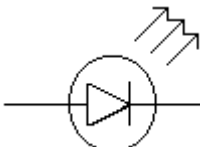
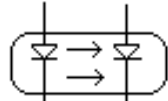
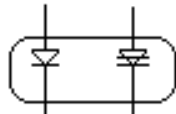
Агар чизмадаги  $U$  тўғри кучланишни ўзгартирсак, диоддан ўтаётган ток ҳам ўзгаради. Агар берилган кучланишдан кўпроқ кучланиш берилса, албатта диод ишдан чиқади. (чизмадаги штрихланган жой). Ҳозирги пайтда жаҳон саноатида паст ва юқори қувватли, ярим ўтказгичли диодлар кўплаб ишлаб чиқарилган ва улар турли соҳаларда жуда кенг фойдаланилади. (жадвалга қаранг)

Саноатда ишлаб чиқарилган диодлар  
классификацияси

|                                 |                 |                             |                                |                    |                       |
|---------------------------------|-----------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------|-----------------------|
| Юқори ва паст частотали диодлар | Варикап-лар     | Ўта юқори частотали диодлар | Фотодиод-лар. Фотоэлек-триклар | Тристорли диодлар  | Тристорли триодлар    |
| Тунелли диодлар                 | Стабелит-ронлар | Тўғрилагичлар блоклари      | Нур сочувчи диодлар.           | Ўтказувчан диодлар | Ток стабили-заторлари |

Ярим ўтказгичли асбобларнинг электр чизмаларга белгиланиши.

| $T/P$ | Ярим ўтказгич номи                             | Чизмада белгиланиши  |
|-------|--|--|
| 1     | 2  | 3  |
| 1     | Ярим ўтказгичли тўғрилагич диоди               |    |
| 2     | Тунелли диодлар                                |   |
| 3     | Тескариланган диодлар                          |  |
| 4     | Бир томонлама ўтказувчан диодлар(стабилетрон)  |  |
| 5     | Икки томонлама ўтказувчан диодлар(стабилетрон) |  |
| 6     | Варикап диодлар                                |  |
| 7     | Диодли тристорлар                              |  |
| 8     | Аноди бошқариладиган тристорлар                |  |
| 9     | Катоди бошқариладиган тристорлар               |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 10 | Аноди<br>бошқариладиган ва<br>очиб ёпиладиган<br>тристорли диодлар  |  |
| 11 | Катоде<br>бошқариладиган<br>ва очиб ёпиладиган<br>тристорли диодлар |  |
| 12 | Нур сочувчи диодлар   |  |
| 13 | Жуфт диодлар<br>(оптопора)  |  |
| 14 | Жуфт тристорли<br>диодлар   |  |

Барча ишлаб чиқарилган диодлар ташқи ҳарорати 60-70°C бўлганда ҳам нуқсонсиз ва беҳато ишлайверади.

### Мавзунини мустаҳкамлаш саволлари:

1. Қаттиқ жисмлар таркиби тузилишига нима киради?
2. Ядро атрофида ҳаракат қилаётган электронни қандай куч ушлаб туради?
3. Электрон тешик нима?
4. Ярим ўтказгичлар қандай материаллардан тайёрланади?
5. Диодларнинг асосий вазифаси нимадан иборат?
6. Диодни вольт-ампер тавсифи деганда нимани тушунади?
7. Нега диодлар тескари томонга токни ўтказмайди?
8. Диодларнинг ҳозирги замон турларига нималар киради?
9. Ярим ўтказгичларга қандай материаллар киради?
10. Диодлар классификациясини келтиринг?

### 3-Мавзу: Ярим ўтказгичларнинг электр ўтказувчанлиги. Кристалл панжаралар. Энергетик диаграммалар.

Режа:

- 3.1. Электр ўтказувчанлик тушунчаси.
- 3.2. Қаттиқ жисмлар ва кристалл панжаралар.
- 3.3. Энергетик диаграммалар.



## Таянч сўзлар ва иборалар:

Электр майдон, заряд ташувчи, валентлик зонаси, электрон-тешик тушунчаси. Кристалл жисмлар, энергетик диаграммалар, заряд ҳаракатчанлиги.

Адабиётлар 1,7,8,10.

### 3.1. Электр ўтказувчанлик тушунчаси.

Ярим ўтказгичларда заряд ташувчиларни эркин заряд ташувчи деб олиш учун уларнинг массаси ўрнига "эфектив массасини" олишимиз керак, чунки ярим ўтказгичларда электр ўтказувчанлик зонасидаги электронлар ва валентлик зонасидаги тешиклар эркин ҳаракат қила олмайди. Уларга кристалл панжараларнинг жойлашуви ҳалақит беради. Заряд ташувчиларнинг ҳақиқий массаси ўрнига "эфектив массасини" олсак, кристалл панжара даврий майдон таъсирини ҳам ҳисобга олган ҳолда ярим ўтказгичлар таркибидаги электрон ва тешикни "эркин заряд ташувчилар" деб оламиз. Агар ярим ўтказгич ташқи майдон таъсирида бўлса, заряд ташувчига қўйидаги куч таъсир қилиши мумкин.

$$F = eE = m_{эф} \cdot a \quad (1)$$

бу ерда:  $a$  - заряд ташувчининг электр майдон йўналишидаги тезланиши; Заряд ташувчи, яъни ўтказувчанликни асосий сабабчиси бу тезланишни икки панжара тугуни орасида олади. Икки тугун орасидаги тезликнинг ўзгаришига кетган " $\tau$ " вақт ва тезликлар фарқи қўйидагича ифодаланади.

$$\Delta V = a \cdot \tau \quad (2)$$

$$\text{ёки} \quad \Delta V = \frac{eE}{m_{эф}} \cdot \tau \quad (3)$$

$\Delta V$  – заряд ташувчининг иккинчи урилиш вақтида олган қўшимча тезлигидир. Кристалл панжаралар ичидаги тартибсиз ҳаракат заряд ва ионлар тўқнашувини содир этади. Уларнинг ҳар бири ўзаро урилганда  $V_{ург} = 0$  тенг бўлади. Шунинг учун кўп сонли заряд ташувчиларнинг икки тугун орасидан эркин югуриш йўлидаги электр майдон таъсирида турган ҳолатдаги ўртача тезлигини қўйидаги ифода орқали аниқлаймиз.

$$\Delta V = \frac{1}{2} \cdot \Delta V = \frac{eE}{2m_{эф}} \quad (4)$$

Ток зичлигини эса 
$$j = en\Delta V = \frac{e^2 n E}{2m_{\text{эф}}} = \delta E$$

бундан  $\delta$  ни топсак 
$$\delta = \frac{e^2 n}{2m_{\text{эф}}} \cdot \tau \quad (5)$$

Агар  $\tau = \frac{l}{V}$  (  $l$  - эркин югуриш йўли деб олсак )

$$\delta = \frac{e^2 n l}{2m_{\text{эф}}} \cdot \tau \quad (6)$$

Бундаги  $V = \frac{\Delta V}{E} = \frac{e l}{2m_{\text{эф}} \cdot V}$  катталик, заряд ташувчиларнинг

ҳаракатчанлиги деб юритилади. (6) ифодадан кўринадикки, ярим ўтказгичларнинг "электр ўтказувчанлиги" заряд ташувчилар концентрацияси " $n$ " га, эркин югуриш йўли " $l$ " га, "эффектив масса" " $m_{\text{эф}}$ " ва иссиқлик тезлиги " $V$ " га боғлиқ бўлар экан.

Ярим ўтказгичларнинг электр ўтказувчанлик хусусиятини ифодалайдиган (6) тенглик классик электродинамика асосида олинди.

### 3.2. Қаттиқ жисмлар ва кристалл панжаралар.

Ҳар қандай қаттиқ жисмларнинг атом ва молекулалари даврий такрорланиб турувчи тартибда жойлашган бўлиб, улар мунтазам геометрик шакл ҳосил қилади.

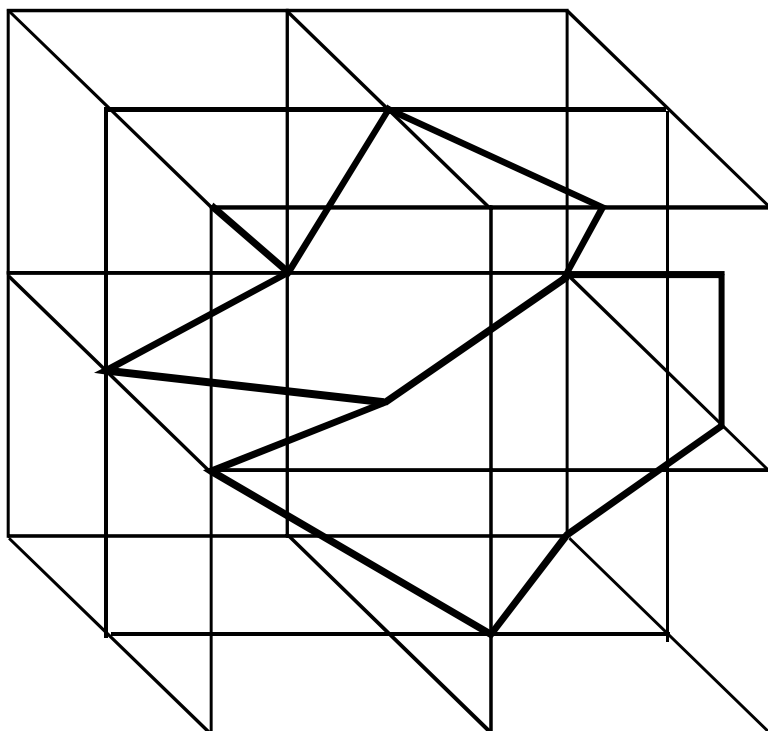
Атомларни тартибли жойлашиши натижасида бир-бирига яқин турган атомлар кристалл панжара шаклини ҳосил қилади. Кристалл панжаранинг ҳаммаси бўлиб 14 хил элементар "ячейка"си мавжуд ва 32 та синфга бўлинади.

Кремний ва германий элементлари олмоссимон кристалл тузилишга эга. (8-расм)

Олмоссимон кубик тузилиши зич жойлашмаган бўлиб, ҳар бир атом энг яқин 4та атомдан тузилган бўлади. Улар ўз навбатида 12та қўшни атомга эгадирлар.

Қаттиқ жисмларда атомлар маълум шароитда жойлашиб, кристалл панжараларни ҳосил қилганлиги сабабли атомлар баъзи йўналишда зичроқ, баъзи йўналишда эса сийрак жойлашган бўлади. Ана шу жойлашув ярим ўтказгич хоссасини келиб чиқишига сабаб бўлади. Қаттиқ жисмларнинг кристалл панжаралари ҳарорат

кўтарилиши билан тугун боғламларини "бикр"лиги анча камаяди ва электр ўтказувчанлик ҳолатини юзага келтиришга сабаб бўлади. Бу ҳолат фанда машҳур "Дебай температураси" деб юритилади.



8-расм

Баъзи кристаллар учун "Дебай температураси" кўрсаткичини келтириш мумкин. (ҳарорат °К да келтирилган).

|        |          |         |
|--------|----------|---------|
| Al=398 | Ce=362   | Ni=370  |
| Au=180 | Cr=411   | W=310   |
| Cu=315 | NaCl=281 | C=1860  |
| Fe=420 | CaCl=304 | WI=1950 |

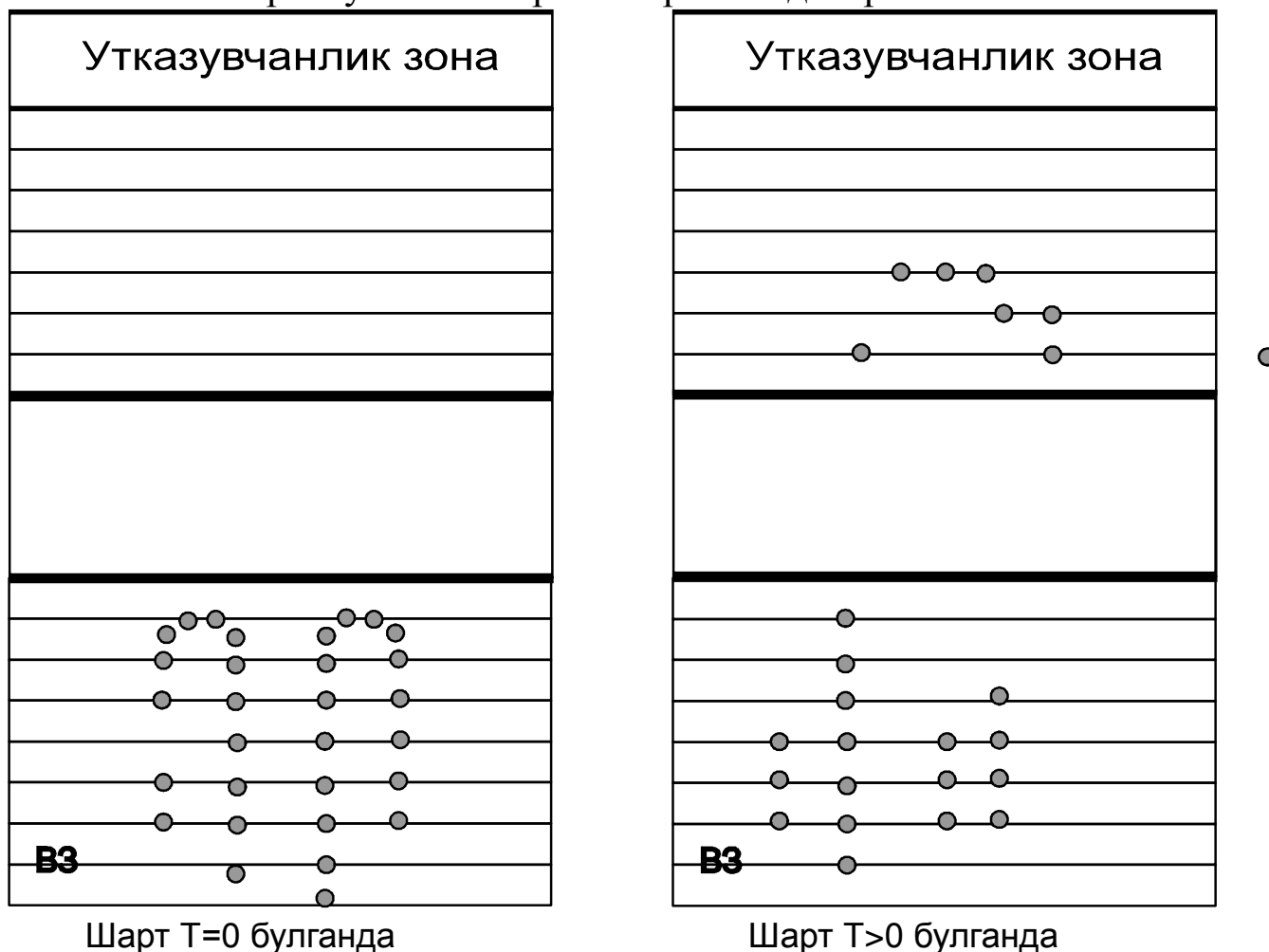
Температура ўзгариши кристалл панжаранинг тебранишини ўзгартиради ва ярим ўтказгичларни электр ўтказувчанлиги ё "салбий" ё "ижобий" таъсир кўрсатиши мумкин.

### 3.3. Энергетик диаграммалар.

Кристалл жисмларда электр ўтказувчанлик хоссаси пайдо бўлиши учун унда иштирок этувчи электронлар "валентлик" электронлардир. Чунки, энергетик диаграммада энг охириги тўлдирилган ёки қисман тўлдирилган энергетик зоналардаги валентлик электронлардир. Шу сабабли, ярим ўтказгичларда  $T=0$  да охириги

тўлдирилган энергетик зона "валентлик зонаси" деб, кейинги бўш зонани эса "ўтказувчанлик зонаси" деб юритилади. Тўлдирилган зона "валентлик зона" фақатгина абсолют ноль темпратурада электронлар билан тулган бўлиб, "ўтказувчанлик зонаси" эса бутунлай бўш бўлади. Юқори темпратураларда эса валентлик зонасида электронлар билан банд қилинмаган энергетик сатхлар, "ўтказувчанлик зонасида" эса банд қилинган энергетик сатхлар мавжуд бўлади. (9-расм)

Ярим ўтказгичларни энергетик диаграммаси.



9-расм

Бундан кўринадики, темпратура пасайиб бориши билан ярим ўтказгичларнинг электр ўтказувчанлиги камайиб, "изоляторга" яқинлашиб боради. Абсолют ноль темпратурага яқинлашиб борса ярим ўтказгич изоляторлик хоссага айланиб боради.

Агар электрон кристалл панжара ичида, энергетик сатхда ҳаракат қилса, электроннинг тезлиги " $V$ " тўлқинлар йиғиндиси тезлигига тенгдир. Бу ифода қўйидагича бўлади.

$$V = \frac{1}{h} \cdot \frac{dE}{dk} \quad (7)$$

Электрон ташқи майдон таъсирида тезланиш оладиган бўлса, унинг тезланиши

$$\frac{dV}{dt} = \frac{d}{dt} \left( \frac{1}{h} \cdot \frac{dE}{dk} \right) = \frac{1}{h} \cdot \frac{d^2 E}{dk^2} \cdot \frac{dk}{dt} \quad (8)$$

Ҳаракат миқдорининг ўзгариш куч импульсига тенг бўлганлиги учун (8) ифодани

$$\frac{dV}{dt} = \frac{1}{h} \cdot \frac{d^2 E}{dk^2} \cdot f \quad (9) \quad \text{кўринишида ёзса бўлади.}$$

Бу ифодадан кўринадикки  $\frac{1}{h^2} \cdot \frac{d^2 E}{dk^2}$  катталик классик механикадаги массанинг тескари қийматига ўхшаш бўлган катталик экан. Ана шу эффектив масса тушунчаси электронлар учун энергетик зонанинг юқори қисмида, тешиklar учун эса зонанинг пастки қисмидагина ишлатиш мумкин холос. Ана шу ҳолат электр ўтказувчанлигини ягона хулосаси эканлигидан далолат беради ва P-N ўтиш ҳолати деб қаралади.

Хулоса қилиб айтганда, P-N ўтиш токни бир томонлама ўтказиш хусусиятига эга экан. Ўтказувчанлик зонасини беркитувчи қатлам

қалинлиги "l" деб белгиланган. 
$$l^1 = \sqrt{\frac{2EE_o \cdot (\varphi_k - V) \cdot N^k + N_s}{2 \cdot N_k \cdot N_s}}$$

(10) ифода билан топилади.

$$I = I_n \left[ \text{EXP} \frac{U}{\varphi_e} - 1 \right] \quad (11)$$

бу ерда  $I_n$  - иссиқлик токи деб аталади ва у миқдор жиҳатидан тескари кучланиш қўйилганда ҳосил бўлган токка тенг P-N ўтиш зарядларини тўплаш хусусиятига эга бўлганлигидан маълум сиғимга эга бўлади.

### Мавзуни мустаҳкамлаш саволлари:

1. Ўтказувчанлик неча хил турга бўлинади?
2. Ярим ўтказгичларга ўтказувчанлик хоссаси?
3. Эффектив масса деганда нимани тушунаси?

4. Ярим ўтказгичга ташқи майдон таъсири?
5. Кремний ва германий кристалл панжаралари?
6. Абсолют ноль температурада ярим ўтказгич нимага айланади?
7. Электрон-тешик, валент, квалент деганда нимани тушунасиз?
8. Импульс тенгламасининг ифодасини ёзиб тушунтиринг?
9. Ярим ўтказувчанлик иссиқликка боғлиқми?
10. Кристалл панжарани табиатини тушунтиринг?

#### 4-Мавзу: **Ярим ўтказгичларда аралашмали электр ўтказувчанлик P-N ўтиш. Ўзгарувчан токни, ўзгармас токка айлантириш асбоблари.**

Режа:

- 4.1. Аралашмали электр ўтказувчанлик.
- 4.2. Ўзгарувчан токни ўзгармас токка айлантириш асбоблари.
- 4.3. Ярим ўтказгичли диодларни қўлланилиши.

#### **Таянч сўзлар ва иборалар;**

Электр ўтказувчанлик, ўзгарувчан ток, ўзгармас ток, диодлар тури, тўғрилагичлар, диод кўприги.

Адабиётлар 3,5,7,8.

#### **4.1. Аралашмали электр ўтказувчанлик.**

Маълумки ярим ўтказгичлар табиатининг ўзи ҳаракатланаётган электронлар ва тешиклар ўзаро муносабати билан тавсифланади. Электр ўтказувчанлик " $\delta$ " ҳарфи билан белгиланади ва қўйидагича ёзилади.

$$\delta = eu_n \cdot n + eu_p \cdot p \quad (12)$$

Хусусан ярим ўтказгичлар

$n = p = n_i$  тенг бўлиб, ярим ўтказгич учун электр ўтказувчанлик

$$\delta = (u_n + u_p) \cdot en_i \quad (13)$$

Аниқроғи электр ўтказувчанлик кўп омилларга боғлиқдир.

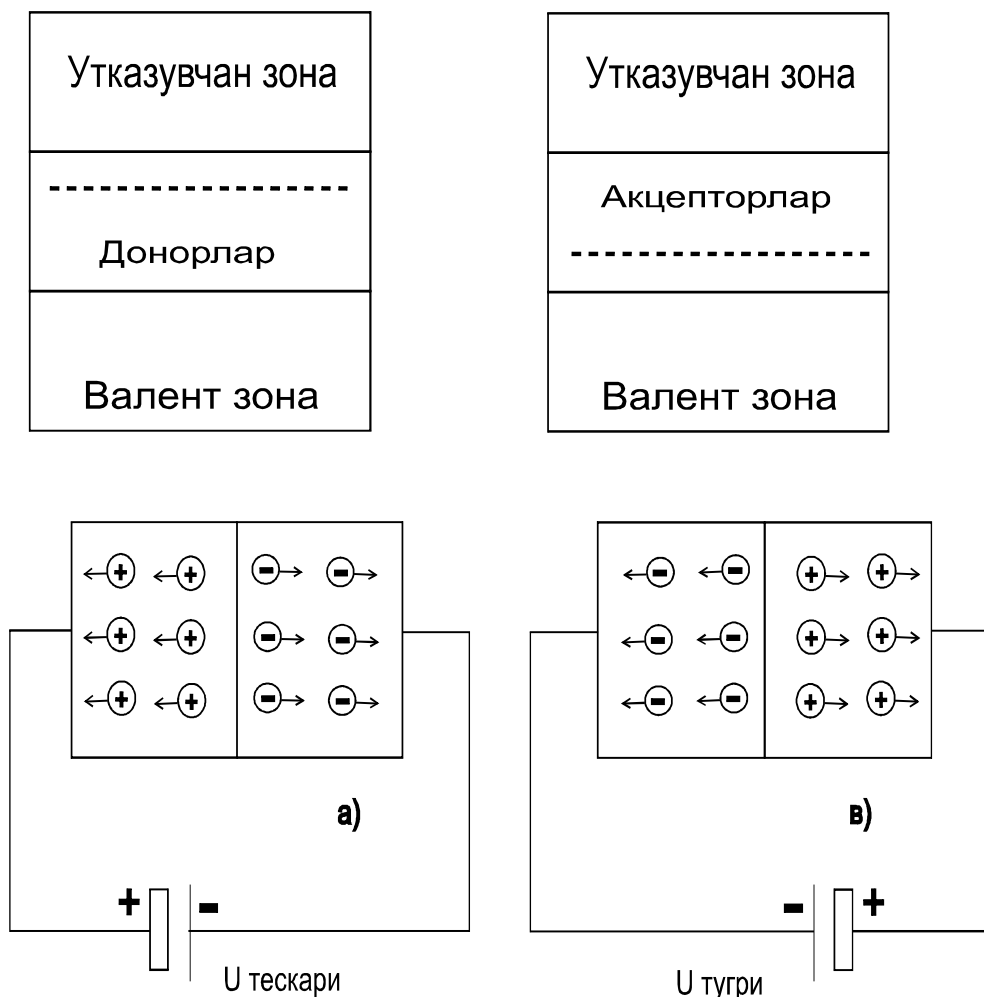
$$\delta = 2v(u_n + u_p) \left( \frac{2\pi \sqrt{m_a^2 \cdot m_b}}{h} \right)^{3/2} \cdot e^{-\frac{E_g}{2kT}} \quad (14)$$

Агар германий кристаллига беш валентли сурма брикмаси киритилса у ҳолда валент электронлардан бири ковалент боғланишга эга бўлмай

эркин ҳолда қолади. Натижада германий "диэлектрик" ярим ўтказгичга айланади. Кристалл ҳолдаги диэлектрикка киритилганда унда эркин электрон ҳосил қиладиган бирикмаси "донор" деб аталади. Донор бирикмаси ярим ўтказгич эса "N" типли ярим ўтказгич дейилади. Агар германий кристаллига уч валентли "индий" бирикмаси киритилса, у ҳолда "индий" атоми ўзидаги "валент" электронлар билан уч жуфт "ковалент" боғланиш ҳосил қиладди. Бунда тўртинчи жуфт "ковалент" боғланишга етишмаган битта валент электронни "индий" атоми қўшни "германий" атомидан тортиб олади. Германий атомидаги валент электрондан бўшаб қолган жой "тешик" дейилади. Бу тешикни мусбат зарядли эркин зарра деб қараш мумкин. Демак ташқи электр майдони таъсирида тешиклар майдон томон силжиши мумкин. Мана шу тешиклар ҳисобига германий кристалли яна ярим ўтказгичга айланиб қолади. Тешик ўтказувчанликни ҳосил қиладиган аралашма "акцептор" деб аталади.

Бундай аралашмали ярим ўтказгич "P" типдаги ярим ўтказгич дейилади. Энди германий кристаллининг бир томонига "донор"ли ва иккинчи томонига "акцептор"ли бирикмалар киритилса, у ҳолда "P"-ярим ўтказгичга тешикларнинг ва "n"-ярим ўтказгичда электронларнинг кўплаб йўналиши туфайли "P"-қисмдан "N"-қисмга электронлар эса тескари томонга диффўзияси вужудга келади. Шу сабабли "P" ва "N" орасида бир-бирига тегиб турган жойида "тешик" ва "электрон"лардан иборат "юпка" қатлам ҳосил бўлади. Бу қатлам ҳосил бўлгандан кейин "диффўзия" жараёни тўхтайдди. Ҳосил бўлган қатлам P-N ўтиш дейилади. (10-расм)

Тескари кучланиш  $U_{\text{тескари}}$  катта бўлса ҳам тўсиқдан ўтадиган ток қиймати кам бўлади. 10-расмни а-кўринишда. Агар 10-расм в-тартибда уласак, тешик ва электронлар бир-бирига қараб йўналган бўлади. Натижада тўсиқни қаршилиги кескин камайиб, аралашмали ўтказувчанлик эса ортади. Бундай уланиш тўғри улаш деб юритилади. Тўғри кучланиш  $U_{\text{тўғри}}$  қиймати кам бўлса ҳам бундай уланганда кўп ток ўтиши мумкин. Демак бундай P-N ўтишли ярим ўтказгичдан тўғрилагич сифатида фойдаланса бўлади. Ана шу тўғрилагичларни вазифаси ўзгарувчан токни ўзгармас токка айлантириб беришидан иборатдир.



10 - расм. P-N утиш ва манбага уланиш

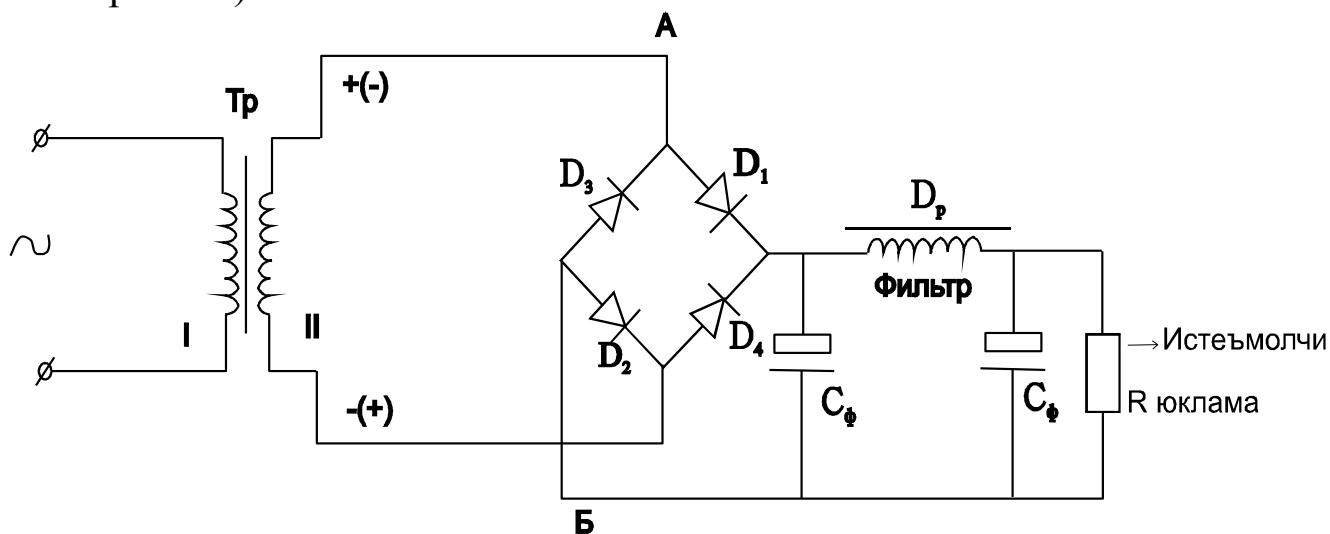
#### 4.2. Ўзгарувчан токни ўзгармас токка айлантириш асбоблари.

Маълумки саноатда электр станциялар ёрдамида ўзгарувчан ток ишлаб чиқарилади. Ўзгарувчан токни кучланишини исталган трансформатор ёрдамида кучайтириш ёки пасайтириш мумкин. Ўзгарувчан токни ишлаб чиқариш таннархи жуда арзон ва ўзгарувчан генератор ёрдамида исталганча ишлаб чиқариш имконити бор. Лекин электротехникада, радиотехникада, кундалик турмушимизда ва бошқа соҳаларни кўп қисмида жуда кўп асбоблар ва аппаратлар ўзгармас токда ишлайди. Ана шу талабни қондириш учун техникада ўзгарувчан токларни ўзгармас токларга айлантириб берадиган асбоблар, "тўғрилагичлар" кенг ишлатилади.

Тўғрилагичлар ёрдамида қийматлари ҳар хил ўзгарувчан токларни ўзгармас токларга айлантириш мумкин. Тўғрилагичнинг яхши ишлашини таъминлаш учун унинг ФИК катта бўлишлиги ҳисобга олинади. Тўғрилагичларни турлари кўп: Ҳозирги пайтда энг кўп ишлатиладиган тури тўғрилагичларнинг ярим ўтказгич "кўприк" чизмасидир. Шу ҳақда батафсил тўхтаймиз.



Ҳозирги замонда янги кашф қилинган радио, телевизор, компьютерларда ярим ўтказгични диодлардан иборат тўғрилагичларнинг кўприк чизмасидан кўп фойдаланилмоқда. (11-расмда бундай ярим ўтказгичли тўғрилагичнинг электр чизмаси келтирилган).



11-расм. Тўғрилагичнинг кўприк чизмаси.

Чизмадаги трансформаторнинг 2-чи ғалтагидаги ўрамлар сони битта, бу эса чизмада анча катта афзалликларга эга, чунки кўприкдан ўтаётган ток сал қамроқ бўлади.

✓ Тўғрилагични ишлаш тартиби.

Токнинг биринчи ярим даврида  $D_3$  ва  $D_4$  диодлар берк,  $D_1$  ва  $D_2$  диодлар эса ток ўтказди.

✓ Ток трансформаторининг 2-ғалтаги А нуктасидан оқиб ўтиб,  $D_1$  – диод,  $D_4$  – драссел,  $R_{10}$  – юклама ва  $D_3$  – диоди орқали ўтиб трансформаторни 2-ғалтагини иккинчи учи Б нуктага боради. Бу ток оқимининг биринчи ярим даврида тескари ток оқими юзага келади.  $D_1$  ва  $D_2$  диодлар берк бўлиб,  $D_3$  ва  $D_4$  диодлар орқали ток ўтади. Ток занжирининг Б нуктасидан  $D_4$  – диод,  $D_1$  – драссел,  $R_{10}$  – юклама қаршилиги ва  $D_2$  диод орқали ўтиб, трансформаторнинг 2-ғалтагини А нуктасига боради. Демак иккала ярим даврда ҳам юклама қаршилиги -  $R_{10}$  дан бир томонга қараб ток ўтади.

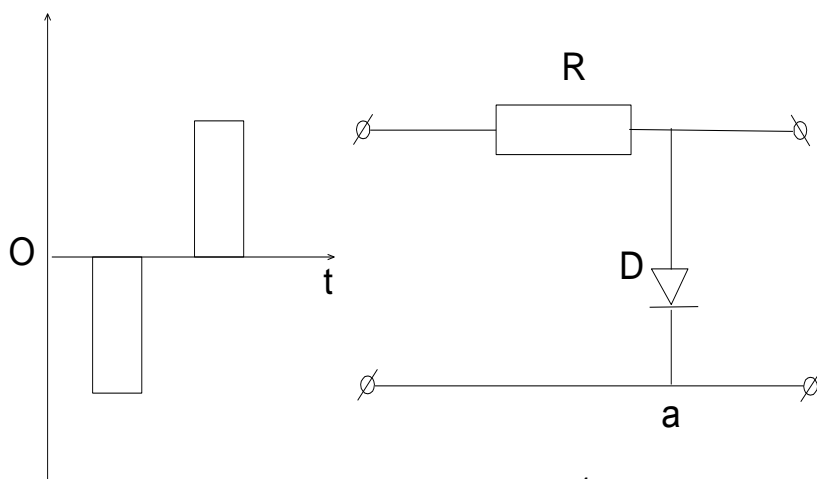
Тўғрилагичнинг кўприк чизмаси ана шу тартибда ишлайди, уни икки даврли тўғрилагич дейилади.

### 4.3. Ярим ўтказгичли диодларни қўлланилиши.

Ярим ўтказгичли диодлар яратилгандан кейин улардан кенг қўлланила бошланди. Улар асосан электротехника, электроника ва автоматика соҳаларига ишлатилмоқда.

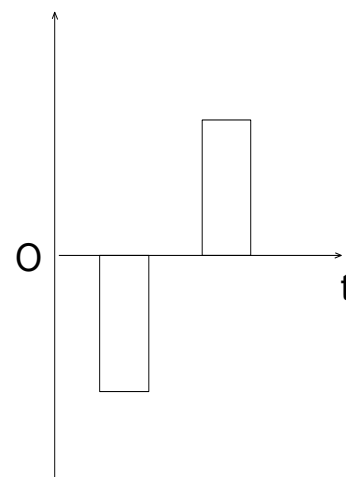
Ярим ўтказгичли диодлардан ярим ўтказгичли тўғрилагичлар яратилди. Маълумки диод бир томонлама ўтказувчан хоссасига эга, токни тўғри томонга ўтказди, тескари томонга ўтказмайди. Улардан электрон калит сифатида кенг фойдаланилади.(расмда электрон калитлар чизмасини икки усули берилган).

U ?????

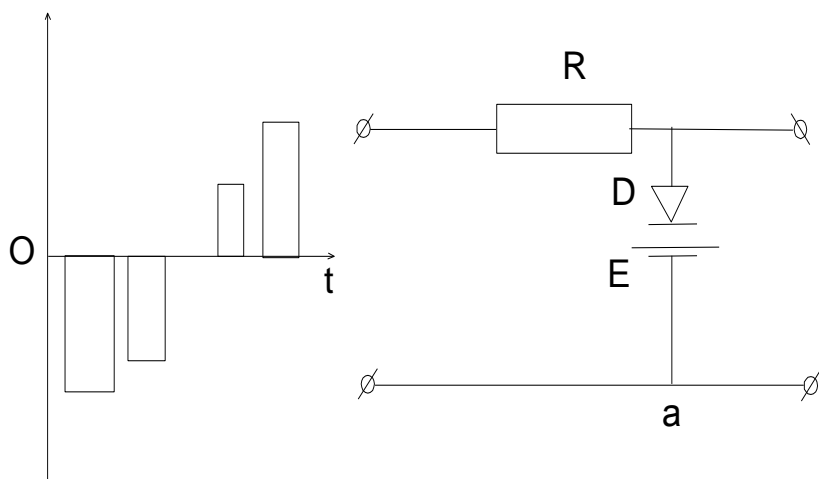


1 - усул

U чик??

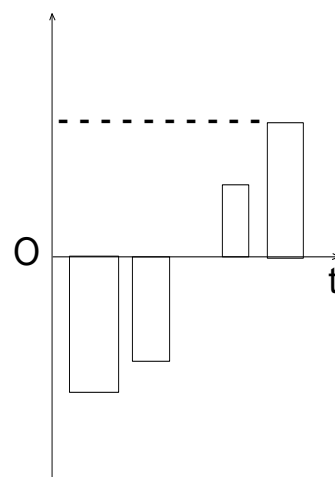


U ?????



2 - усул

U чик??



Ҳозирги замон ахборот технологияси, асосан компьютер тизимидан иборат, замонавий телевидения мураккаб электрон асбоблари бир маромда нуқсонсиз ишлаш учун ток ва кучланишларнинг қийматлари ўзгармас бўлиши катта аҳамиятга эга.

Ўзгарувчан кучланиш тўғрилангандан кейин юклама қаршилиги ўзгаришига қараб тўғрилагичдан (яъни диодлар тизимидан) олинаётган ўзгармас кучланиш маълум процентга (5-0,0001%) ўзгаради, бундай ўзгариш тармоқдаги кучланиш 10% га ўзгарганда ҳам сезиларли равишда ўзгаради. Шу сабабли кучланиш ва тоқларнинг қийматларини ўзгартирмай туришда стабилизаторлар ишлатилади.

### **Мавзунини мустаҳкамлаш саволлари.**

1. Ярим ўтказгичли P-N ўтиш деб нимага айтилади?
2. Аралашмалар электр ўтказувчан нима?
3. Ярим ўтказгичли диод деб нимага айтилади?
4. Тўғрилагичларни асосий вазифаси нима?
5. Ярим ўтказгичли тўғрилагичнинг чизмасини чизинг?
6. Ўзгармас ток қайси соҳаларга кўпроқ керак?
7. Электрон, валент тешик, донор, акцептор деганда нимани тушунасан?
8. Ярим ўтказгичли диодлардан кўприк чизмасини чизиб беринг?
9. Ярим ўтказгичларга қандай материаллар ишлатилади?
10. Германий ва кремний элементлари нима учун танланган?

### **5-Мавзу: Варикаплар, импульс диодлар, стабилизаторлар.**

#### **Фотодиодлар ишлаш принципи.**

Режа:

- 5.1. Ярим ўтказгичли диодлар тавсифи.
- 5.2. Стабилизаторлар.
- 5.3. Фотодиодлар.

#### **Таянч сўзлар ва иборалар.**

Контакт хоссалар, ўтиш турлари, диоднинг турлари. Варикап, тунель диодлар, стабилитрон, импульс диодлар.

Адабиётлар: 4,7,9,10.

#### **5.1. Ярим ўтказгичли диодлар тавсифи.**

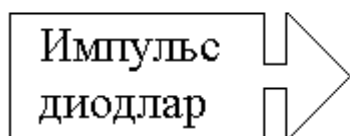
Ҳозирги замон электроникасини ярим ўтказгичли P-N ўтишнинг ва металл билан ярим ўтказгич орасидаги контакт хоссаларига асосланиб ишлашга асослангандир.

Ярим ўтказгичли диодлар қандай мақсадларда фойдаланишига қараб тўртта асосий гуруҳга бўлинади.



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

Импульс диодлар 3 га бўлинади.



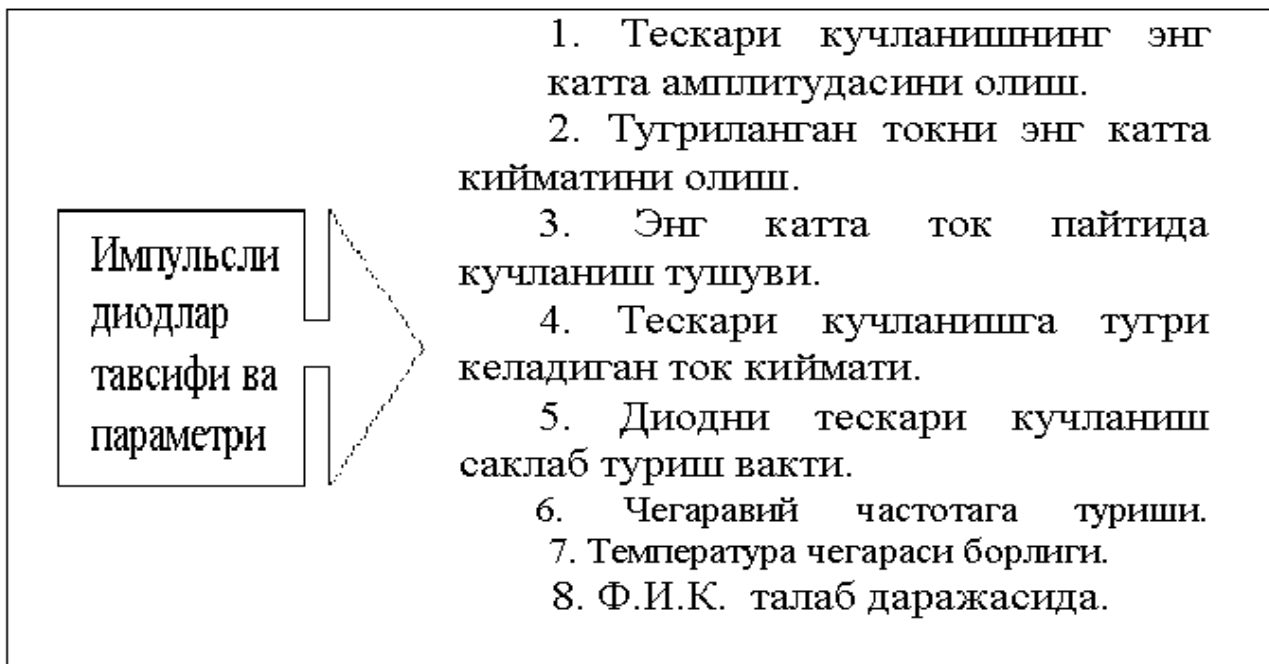
1. Паст частотали; 5,0 ÷ 50 кгцгача
2. Юқори частотали; 50 ÷ 150 кгцгача
3. Ута юқори частотали; 150 Мгц юқори

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

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

✓ Юқори частотали тўғрилагич диодлар частотаси  $f=150 \text{ Мгц}$  бўлган сигналларни детекторлаш ва тўғрилашда фойдаланилади. Бу турдаги диодлар германий элементидан тайёрланади ва нуқтавий диод деб юритилади, сизим кичик бўлгани учун улардан юқори частотали сигналларни тўғрилашда ишлатилади. Ўзаро кантактлашиш жойи нуқтавий бўлганлиги учун қувват 1,5-3,0 Вт бўлади. Ток қиймати сал ошса кристалл нуқтаси қизиб кетиб диод ишдан чиқади. Компьюторларда асосан импульс диодлар ишлатилади. Уларнинг асосий вазифаси ток йўналишини бир лаҳзада (микросекунд, наносекунд) ўзгаришини таъминлайди.

Импульс диодлар махсус материаллардан тайёрланади ва юқори технологик ишлов берилади. Импульсли диодлар германий ва кремний элементидан тайёрланади ва Д18 ва Д219 сонлар билан белгиланади. Ярим ўтказгичли тўғрилагич импульсли диодлар қўйидаги параметрлар билан тавсифланади.



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

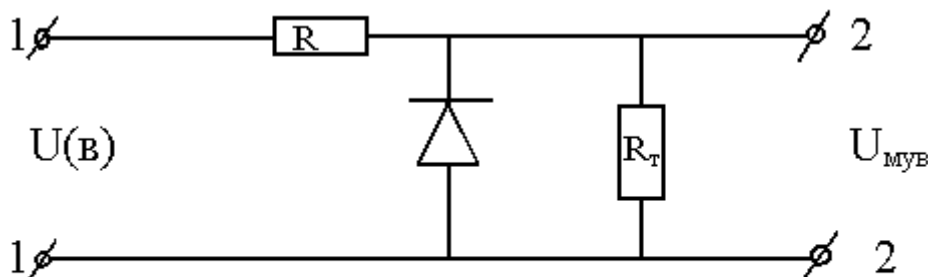
✓ Частотани силжитувчи диодлар бир-бирига яқин частотали сигналларни аралаштириб ва талаб этилган частотани олиш учун ишлатилади.

✓ Кўпайтирувчи диодлар эса берилган сигналларни ҳар хил сигналларга айлантиради.

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

с) Стабилитронлар. Бундай турдаги диодлар ёрдамида қиймати ўзгариб турадиган ўзгармас кучланишни тўғрилаш яъни мувозанатлашда фойдаланилади.

Стабилитронларнинг энг оддий чизмаси билан танишамиз. (1-расм).



1-расм

Тушунча берамиз!

Агар 1-1 кириш жойида  $U(v)$  кучланиш ортса, стабилитрондаги кучланиш кескин ошади, ички қаршилик камаяди. Натижада  $R$ -қаршиликдаги потенциал тушуви ортиб,  $R_T$ -қаршиликдаги потенциал тушуви ўзгармай қолади. 2-2 чиқишда мувозанатлашган кучланиш олинади.

Стабилитроннинг асосий параметрлари:

1. Мувозанатга келган кучланиш –  $U_{\text{муv}}$ ;

2. Динамик қаршилик  $R_{\text{дин}} = \frac{dU}{dt}$ ;

3. Статик қаршилик  $R_{\text{стат}} = \frac{U}{I}$ ;

4. Ночизикли коэффициент  $\beta = \frac{R_{\text{стат}}}{R_{\text{дин}}}$ ;

5. Мувозанатлашган кучланишдаги температура коэффициенти

$$\alpha = \frac{1}{U_{\text{муv}}} \cdot \frac{dU}{dT};$$

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

✓ Динамик қаршилик қанча кичик бўлса, кучланишни мувозанатлаш шунча яхши бўлади.

✓ Статик қаршилик эса диоднинг ўзида юқотиладиган қувватни аниқлайди.

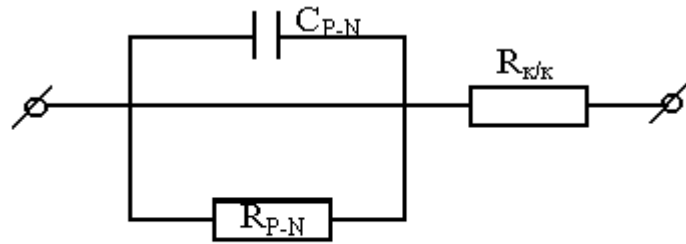
✓ Ночизикли коэффициент диоддаги токнинг нисбий ўзгаришини мувозанатлашган кучланишнинг нисбий ўзгаришига бўлган нисбати билан ўлчанади. Мувозанатлашган кучланишнинг ўзгариши қанча кичик бўлса, яъни  $\beta$  қанча катта бўлса, стабилитрон шунча яхши ишлайди.

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

d) Варикаплар. P-N ўтиш жараёнида электр сиғими мавжуд. Демак P-N ўтишга мослашган ҳар қандай ярим ўтказгичли диодни электр сиғимини бошқариш мумкин. Чунки P-N ўтишдаги электр сиғими берилган ташқи кучланишга кучли боғлангандир. Кучланишни ўзгартириш йўли билан электр сиғимини ўзгартирувчи P-N турдаги махсус тайёрланган ярим ўтказгичлар "Варикаплар" номи билан

юритилади. Варикапларда P-N ўтишнинг тескари кучланиш " $U_{\text{тес}}$ " берилганда электр сиғим (актив сиғим)дан фойдаланилади.

Қўйидаги 2-расмда варикапнинг чизмаси келтирилгандир.



2-расм.

Тушунча берамиз!!!

Варикапнинг асосий параметрларидан бири, унинг ишончилигидир. Паст частоталарда диоднинг  $R_{к/к}$  қаршилигини ҳисобга олмасак ҳам бўлади. У ҳолда варикапнинг ишончилиги

$$Q = \omega C_{P-N} \cdot R_{P-N} \quad (1)$$

бу ерда  $\omega$  - айланиш частотаси. Юқори частоталардан эса P-N ўтишнинг қаршилигини ҳисобга олмасак ҳам бўлади. Лекин диоднинг  $R_{к/к}$  қаршилигини ҳисобга олиш зарур бўлиб, бунда ишончилик – "Q" тенг.

$$Q = \frac{1}{\omega \cdot C_{P-N} \cdot R_{к/к}} \quad (2)$$

бўлади.

(1) ва (2) ифодалардан кўринадикки варикапнинг ишончилиги паст частоталарга тескари пропорционал экан. Пастдаги жадвалга варикапнинг ишончилиги частотага боғлиқ эканлиги кўрсатилгандир (3-расм).

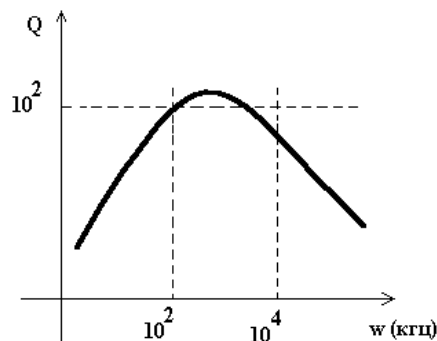
Паст частоталарда ишлайдиган варикаплар кўпроқ "кремний" элементида тайёрланади.

Юқори частоталарда ишлайдиган варикаплар кўпроқ "германий" элементида тайёрланади.

1) Фотодиодлар ишлаш принципи ва аҳамияти.

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

яшаш даври, ман қилинган зонанинг кенглиги, квант чиқариши каби фотоэлектрик ҳодисаларни ўрганиш натижасида аниқланади.



3-расм

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

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

2) Фотодиодлар ёки фотоэлементлар хусусиятларига таъсир қилувчи параметрлардан бири – ман қилинган зонанинг кенглиги  $E_0$  ни билиш керак. Ана шу зона тушган қуёш энергиясини – электр энергияга айлантириб беради. Маълумки электрон – тешик жуфтини ҳосил қилиш учун энергияни  $E_0$  га тенг ёки ундан анча катта бўлган фотон ютилиши керак, яъни; шартларга мувофиқ; фотодиод

1 шарт:  $h\nu \geq E_0$  Фойдаланиш мумкин!

2 шарт:  $h\nu \leq E_0$  Фойдаланиб бўлмайди!

бунда  $E_0$  дан кичик бўлган энергияли фотонлар валентлик зонасидан ўтказувчанлик зонасига электрон чиқара олмайди. Бу 2-шартга қараганда  $E_0$  кичик бўлган фотодиодни танлаб олиш мақсадга мувофиқ эмас, чунки  $E_0$  кичиклаша борса, фотоннинг ортиқча энергияси иссиқликка айланиши натижасида эффективлик камай боради.

Фотодиоднинг қалинлиги "d" деб олайлик (4-расм).

Ёруғлик таъсирида электрон – тешик жуфти (хусусий ютилиш) генерацияланса, фотодиодда ҳосил бўлган ўтказувчанликнинг сиртидаги электр майдони учун ифода



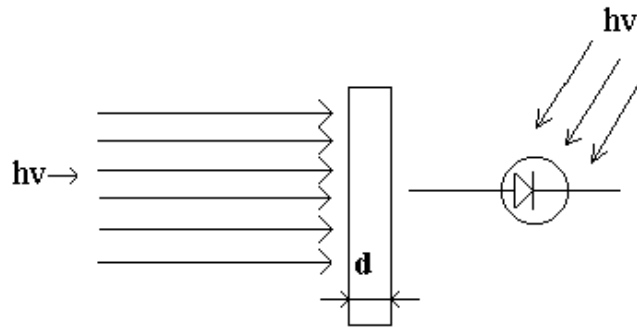
$$E_x = \frac{kT}{e} \cdot \frac{b-1}{(b+1) \cdot n + N_a} \cdot \frac{dn}{dx} \quad (1)$$

бўлади.

Бунда:  $b = \frac{U_n}{n_p} \cdot N_a$  – акцепторлар концентрацияси. Биз бу ифодани олишда (1) дан ва квазианационар шарти  $P = N_a + n$  (2) дан фойдаланамиз.

а) Фотодиоддаги акцепторлар концентрацияси жуда оз бўлсин, яъни  $n \geq N_a$  шарти бажарилсин.

3)



4-расм. Фотодиод сиртида тушган ёруғлик таъсири.

Фотодиод сиртида ҳосил бўлган  $E_x$  электр майдони

$$E_x = \frac{kT}{e} \cdot \frac{b-1}{b+1} \cdot \frac{dl_n \cdot n}{dx} \quad (3)$$

Фотодиодга тушган ёруғлик энергияси  $h\nu$  ҳисобидан пайдо бўлган Э.Ю.К  $E_{\text{фд}}$  – қўйидагича ифодаланади.

$$E_{\text{фд}} = \frac{kT}{e} \cdot \frac{b-1}{b+1} \cdot \ln \cdot \frac{n(d)}{n(o)} \quad (4)$$

в) Фотодиод сиртида тушаётган ёруғлик интенсивлиги катта бўлмасин, яъни  $N_a \geq n$  шарти бажарилсин.

У ҳолда фотодиод сиртининг электр майдони

$$E_x = \frac{kT}{e} \cdot \frac{b-1}{N_a} \cdot \frac{dn}{dx} \quad (5)$$

тенг бўлади.

Фотодиоднинг ҳосил қилган Э.Ю.К си

$$E_{\text{фд}} = \frac{kT}{e} \cdot \frac{b-1}{N_a} \cdot [n(d) - n(o)] \quad (6)$$

Биз юқорида таҳлил қилган фотодиоднинг ишлаш принципига электр майдон ва Э.Ю.К жуда кичик бўлиб, ярим ўтказгичларнинг энергетик ҳолатидаги ман қилинган зона кенглиги  $E_0$  дан кичикдир. Кейинги йилларда фотодиодларни янги турлари жуда кўп кашф қилинмоқда. Улар асосан CdTe поликристалл плёнкада  $E_x=150$  В атрофида фото Э.Ю.К олиш мумкинлиги исботланди. Қатор ўтказилган тажрибалар шуни кўрсатадики, ҳосил бўладиган фото Э.Ю.К поликристалл плёнканинг тайёрлашдаги қатор омилларга боғлиқ бўлар экан. Плёнкани вакуумда электр токини ўтказмайдиган таглик устида моддани буғлатиш йўли билан чанглатиб олинади. Фотодиодлар тайёрлаш технологияси жуда мураккаб бўлганлиги учун ҳам, унинг ҳам ривожлантиришга аҳамияти беқиёсдир.

### **Мавзуни мустаҳкамлаш саволлари:**

1. Ярм ўтказгичли диодлар қандай турларга бўлинади?
2. Импульсли диодлар қайси соҳаларда ишлатилади?
3. Тескари ток  $I_{\text{тес}}$  деб нимани тушунади?
4. Варикапларнинг асосий вазифаси нимадан иборат?
5. Ярм ўтказгичли диодлар вольт-ампер характеристикаси қандай аниқланади?
6. Фотоэлементларни асосий вазифаси нимадан иборат?
7. P-N ўтишнинг қандай хоссаларини биласиз?
8. Диодларни электр занжирга улаганда улар қандай ишни бажаради?
9. Варикапларни занжирга улаш чизмаси қандай?
10. Германий ва Кремний ярм ўтказгичлар учун асосий хом ашё ҳисобланади нега?

### **6-Мавзу: Биполяр транзисторлар, уларнинг тузилиши, ишлаш принципи ва қўлланилиш соҳалари.**

Режа:

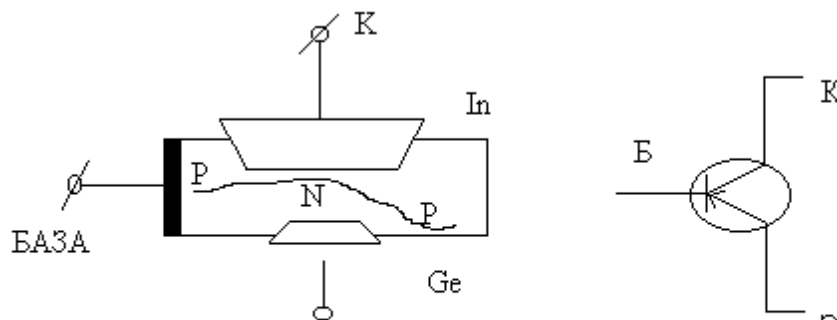
- 6.1. Биполяр транзисторлар ҳақида умумий маълумот.
- 6.2. Транзисторларнинг статик тавсифи.
- 6.3. Транзисторларни қўлланилиш соҳалари.

### **Таянч сўзлар ва иборалар.**

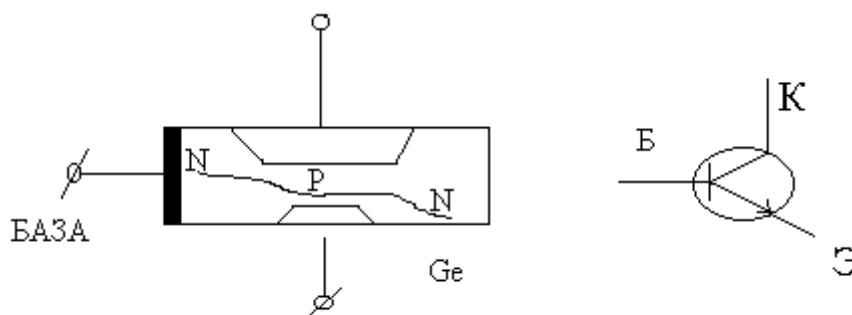
Транзисторларга P-N-P ва N-P-N ўтиш жараёнидаги электрон-тешик тушунчаси. Электр ўтказувчанлик, транзистор вольт-ампер тавсифи. Транзисторни чизмага улаш усуллари.

### 6.1. Биполяр транзисторлар хақида умумий маълумот.

Икки электрон-тешик ўтказувчанликка эга бўлган, уч қатламли ярим ўтказгич асбоб транзистор деб аталади. Бу асбобларни асосий вазифаси электр тебранишларни кучайтириш ёки генерациялашдан иборат. Оддий P-N-P ва N-P-N ўтказувчанликка эга бўлган биполяр транзисторлар қўйидаги расмларда ўз аксини топган (1-2-расм).



1-расм



2-расм

Транзисторлар максимал ишчи частотага қараб қўйидагиларга бўлинади.

✓ Паст частотага ишлайдиган транзисторлар уларни частота чегараси  $f = 3-30$  мгц :

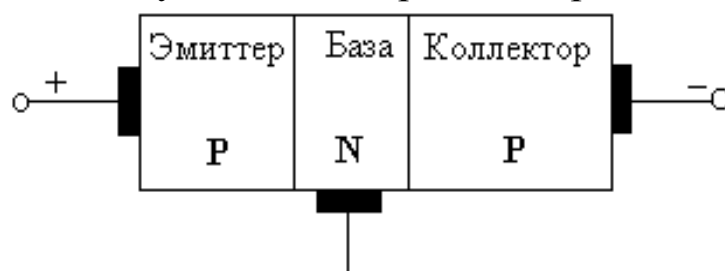
✓ Юқори частотага ишлайдиган транзисторлар уларни частота чегараси  $f = 30-300$  мгц :

✓ Ўта юқори частотага ишлайдиган транзисторлар уларни частота чегараси  $f = 300$  мгц :

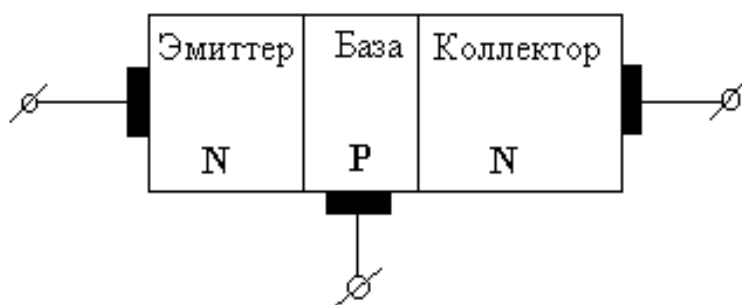
Бўлардан ташқари қандай қувватда ишлай олишига қараб кичик қувватли транзисторлар  $P=0,3$  Вт гача; ўртача қувватли транзисторлар  $P=0,3-3,0$  Вт гача; ва катта қувватли транзисторлар  $P=3,0$  Вт дан юқори қувватларга бўлинадилар.

Биполяр транзисторлар учта чегаравий муҳитни ўз ичига олади ва P-N ўтиш билан ажратилгандир. Ўрта чегарадаги электр ўтказувчанлик икки чеккадаги электр ўтказувчанлигига қарама-қарши

ҳолатда бўлади. Агар транзистор P-N-P структурага эга бўлса, n-соҳа база бўлиб хизмат қилади, N-P-N структурага эга бўлса P-соҳа транзисторнинг базаси бўлади. 3 ва 4 расмга қаранг.



**3-расм**



**4-расм**

Транзистордаги база P-N-P ва N-P-N қатламларидан ўтаётган тоқларни бошқариб туради. Транзисторларнинг асосий кўрсаткичларидан бири ток кучайтириш коэффициенти бўлиб, кўйидагича ифодаланади:

$$\alpha = \frac{\Delta I_{\kappa}}{\Delta I_{\varepsilon}}; \quad U_{\varepsilon} = const$$

бу ерда  $\alpha$  - транзисторларнинг ток кучайтириш коэффициенти;

$\Delta I_{\kappa}$  - коллектор тоқларини ўзгариши;

$\Delta I_{\varepsilon}$  - эмиттер тоқларини ўзгариши;

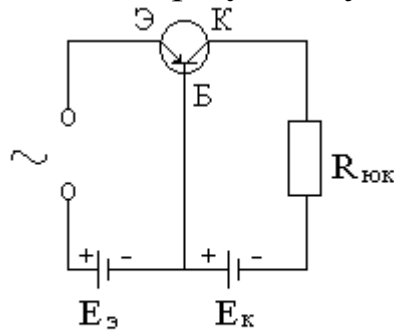
$U_{\kappa}$  - коллектордаги кучланиш;

Транзисторларнинг ток кучайтириш коэффициенти  $\alpha = 0,8 \div 0,98$  га тенгдир. Транзисторнинг кучланиш бўйича кучайтириш коэффициенти  $\beta$  муҳим катталиқ бўлиб кўйидагича аниқланади.

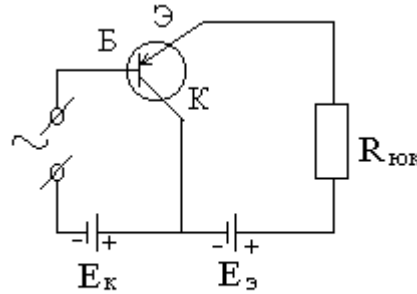
$$\beta = \frac{\Delta I_{\kappa}}{\Delta I_{\delta}}; \quad U_{\varepsilon} = const$$

Транзисторлар электр занжирига қўйидаги услубда уланади:

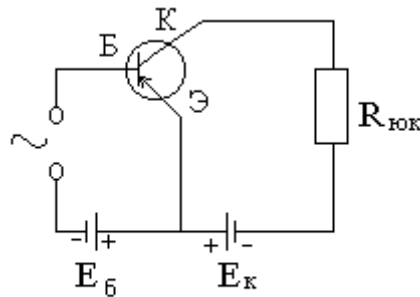
- 1) Яхлит база бўйича улаш а-расм;
- 2) Яхлит коллектор бўйича улаш в-расм;
- 3) Яхлит эмиттер бўйича улаш с-расм;



а-расм;



в-расм;



с-расм;

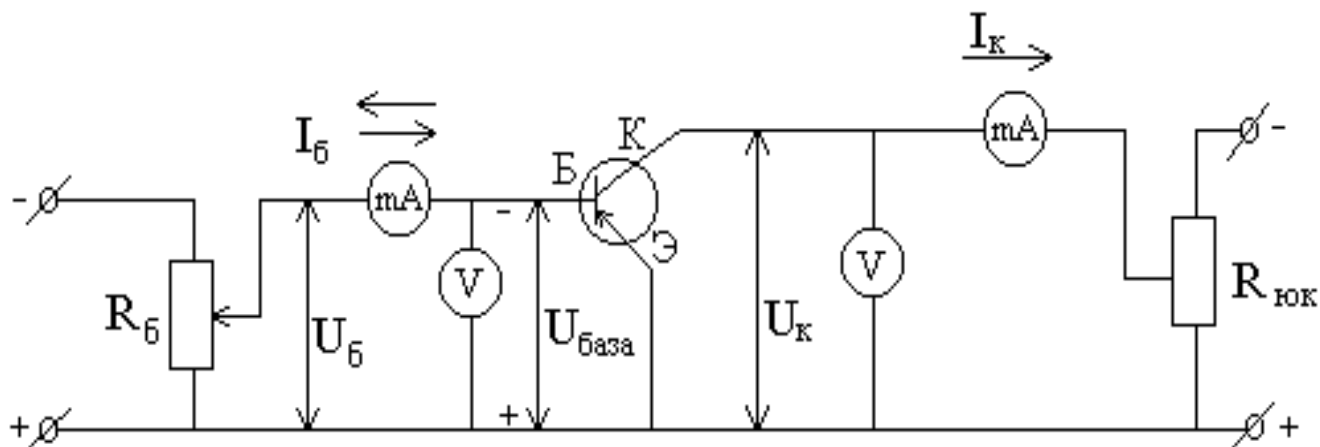
Транзисторларни с-расмда кўрсатилгандек умумий эмиттер усулда улашда кувватни кучайтириш коэффиценти катта қиймат олади; Амалий электроникада умумий эмиттер чизмаси бўйича транзисторларни улаш кенг тарқалгандир. Мураккаб электрон қурилмалар ҳаммаси шу чизма асосида йиғилгандир.

## 6.2. Транзисторларнинг статик тавсифи.

Транзисторларни умумий эмиттер усулда чизмага улаб статик тавсифини олиш учун 5-расмдаги электр чизмадан фойдаланамиз.

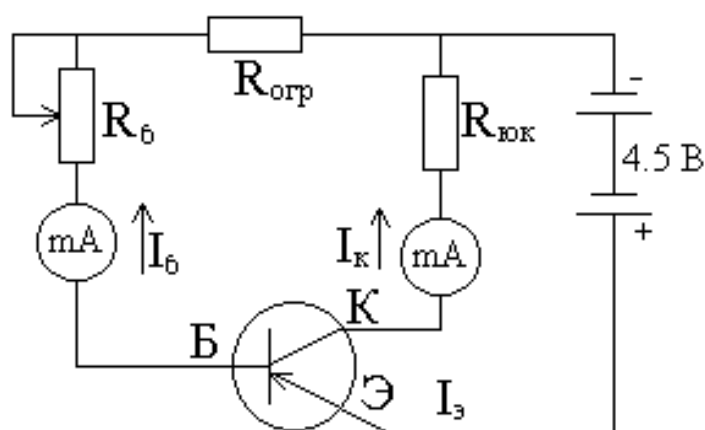
Коллектордаги кучланиш ўзгармас ҳолда, базадаги кучланишга қараб, база токини ўзгартириш мумкин, яъни  $U_{\kappa} = const$  бўлганда

$I_{\delta} = f(U_{\delta})$ ; бу ерда  $U_{\kappa}$  — коллектордаги кучланиш;  $I_{\delta}$  — базадаги ток;  $U_{\delta}$  — базадаги кучланиш.



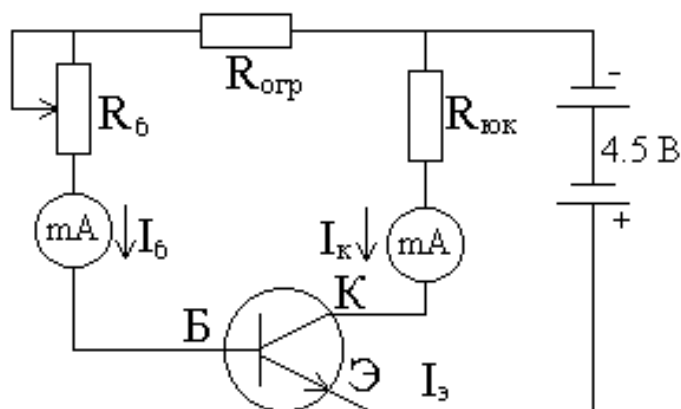
5-расм. Транзисторни статик тавсифини олиш чизмаси.

Ўтказувчанлиги P-N-P бўлган транзисторларни электр чизмага улаш усули 6-расмга келтирилган.



6-расм

Ўтказувчанлиги N-P-N бўлган транзисторларни электр чизмага улаш усули 7-расмга келтирилган.



7-расм

Ҳозирги замон электроника асрида электрон қурилмалар чизмаларида биполяр, яъни икки қутбли транзисторлар билан бир

каторда майдонли ёки бир кутбли транзисторлар кенг ишлатилади. Бир кутбли транзисторлар биринчи марта 1952 йилда В.Шокли томонидан кашф этилган. Улар икки кутблиларга қараганда анча содда ва арзондир.

### 6.3. Транзисторларни қўлланилиш соҳалари.

Ҳозирги замонда радиотехника ва электроника ривожланиши натижасида радиоалоқа, радиоэшиттириш, телевидения, радиолокация, радионавигация, радиоастрономия, радиотелебошқариш, электрон ҳисоблаш техникаси, компьютер технологияси ва бошқа мураккаб электрон қурилмаларни асосини транзисторлар ташкил этади.

Транзисторларни жуда кўп турлари яратилган ва улар бенуқсон, узоқ муддат ишлаши билан ажралиб туради.

Бундан ташқари транзисторлар паст частотали сигналларни кучайтириш учун қўлланилади. Транзисторларда қурилган кучланиш кучайтиргичлари асосан икки хил турга ажралади.

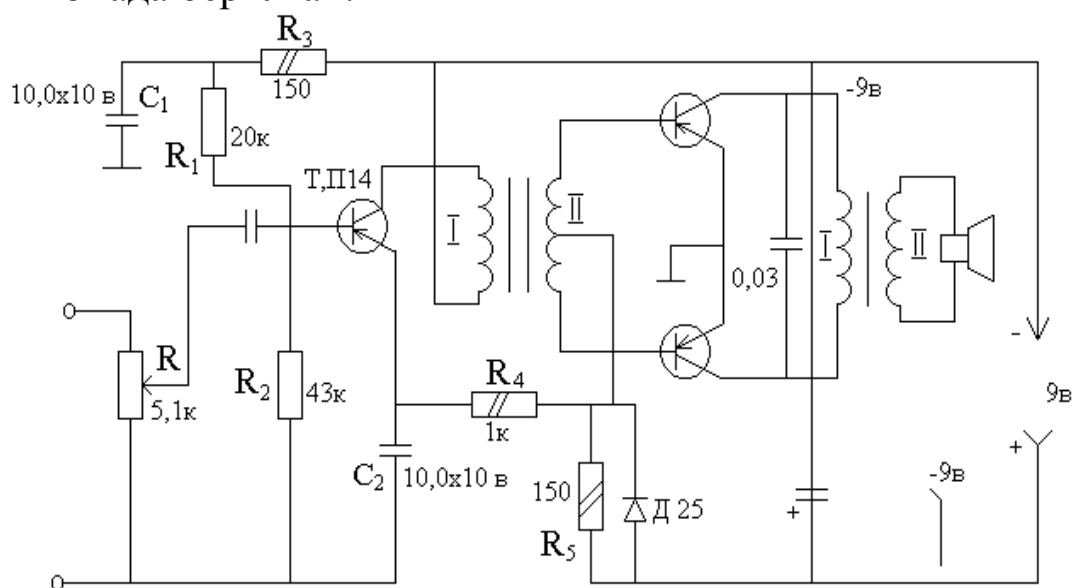
1 тур. Қаршиликли транзистор кучайтиргичлари.

2 тур. Трансформаторли транзистор кучайтиргичлари.

Кучайтиргичнинг киришига сигнал берилмаса транзисторнинг эмиттер, коллектор, база занжирларидан ҳамда бўлувчи қаршиликлардан тоқлар ўтиб туради.

Транзисторли паст частота кучайтиргичларнинг амалий чизмаси 8-расмда кўрсатилган мВт, бу чизмада сигнал чиқиш жойида максимал кувват  $P=200$  тенгдир.

Транзисторли кучайтиргичнинг энг кўп тарқалган қўлланилиш соҳаси чизмада берилган.



8-расм. Паст частоталарни кучайтириб берувчи транзисторли радиоқурилма (УНЧ каскади).

## **Мавзуни мустаҳкамлаш саволлари.**

1. Биполяр транзисторлар турлари неча хил?
2. Транзисторлар қандай мақсадлар учун ишлатилади?
3. Транзисторларни тузилишини изоҳланг?
4. P-N-P транзистори чизмада қандай уланади?
5. N-P-N транзистори чизмада қандай уланади?
6. Транзистор қандай қувватларда ишлайди?
7. Паст частотали кучайтиргичлар ҳақида тушунча беринг?
8. Биполяр транзисторларини асосий вазифаси?
9. Эмиттер, База ва Коллекторнинг асосий вазифаси?
10. Қайси соҳаларда транзисторлар қўлланилади?

### **7-Мавзу: Майдон транзисторлари уларнинг биполяр транзисторлардан фарқи P-N ўтишли майдон транзисторлари.**

Режа:

- 7.1. Биполяр ва Униполяр транзисторлар.
- 7.2. Майдон транзисторларини қўлланилиши.
- 7.3. Умумий тушунчалар.

#### **Таянч сўзлар ва иборалар:**

Чиқиш токи, вольт-ампер ҳарактеристикаси, ўзгармас ток, ярим ўтказгичли тўғрилагичлар, туйнук тушунчаси, P-N-P ўтказувчанлик ва N-P-N ўтказувчанлик. P-тур ва N- тур ярим ўтказгичлар.

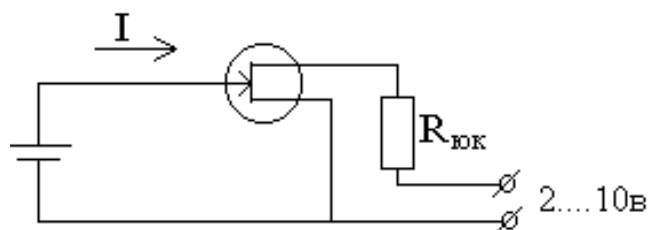
Адабиётлар 1,2,4,7,8.

#### **7.1. Биполяр ва Униполяр транзисторлар.**

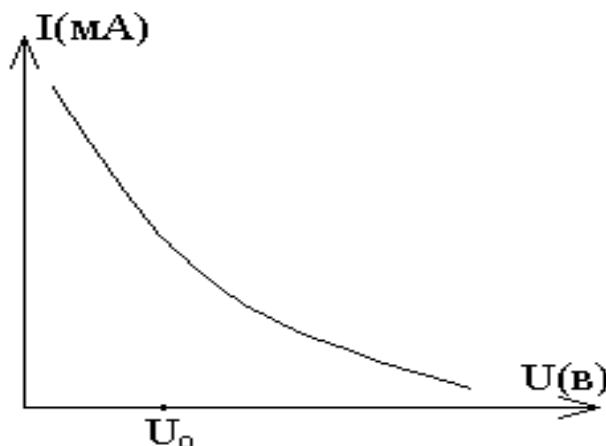
Майдон транзисторлари икки хил турга бўлинади. Биполяр ва Униполяр транзисторлар.

Биполяр транзисторларни кўриб чикдик. Униполяр транзисторлар аслида майдон транзисторлари қаторига киради. Уларга Э.Ю.К яъни токни вужудга келиши электрон-тешик ўтказувчанлик ҳисобидан юзага келади. Майдон транзисторлари тузилиши ва манбага улаш чизмаси қўйидагича.





Майдон транзисторини  
электр чизмага улаш  
усули



Майдон транзисторини  
вольт-ампер тавсифи

Биполяр транзисторларида эса ишчи токни ҳосил қилишда ҳар иккала тип ток ташувчилари ҳам катта роль ўйнайди. P-N ўтишли майдон транзисторларининг ишлаш принципи ва тавсифи билан танишайлик. Транзисторларда электр ўтказувчанлик тирқиши P-канал бўйлаб ҳаракат қилса N-тирқишли майдон транзисторлари деб юритилади. P-тирқишли майдон транзисторларида киришда-чиқишга оқётган ток тирқиш каналлари бўйлаб параллел ҳаракати туфайли вужудга келади. Биполяр транзисторларида эса ток ташувчилар P-N ўтишларга перпендикуляр йўналишда ҳаракат қилар эди. Майдон транзисторларининг тирқишидан оқётган заряд чиқиш токини ҳосил қилади, бу ток кириш-чиқиш кучланишига ва канал қаршилигига боғлиқ. Каналнинг минимал қаршилиги қўйидаги ифода билан ҳисобланади.

$$R_{\min} = \frac{l}{2q\mu_p \cdot P \cdot W \cdot d}$$

бунда  $l$ -канал узунлиги;  $W$ -канал чуқурлиги;  $d$ -канал кенглиги;  $P$ -панелдаги тешиклар концентрацияси;  $\mu_p$ -тешикларнинг каналдаги ҳаракатчанлиги.

Майдон транзистори бенуқсон ишлаши учун кириш заряди мусбат + бўлиши керак. Аниқроғи P-N ўтишга тескари кучланиш бериш керак. Бу кучланиш ортиб-бориши билан P-N ўтиш кенгайиб боради ва канал қисқаради, қаршилик ортади, чиқиш токи камаяди. Канални тўла беркитувчи кучланиш қўйидаги ифода билан ҳисоблаб олинади.

$$U = \frac{w^2}{2 \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot \mu_p \cdot \rho_p}$$

бу ерда  $\rho_p$ -каналнинг солиштирма қаршилиги. Агар бу кучланиш камайиб борса, канал қаршилиги камаяди ва чиқиш токи ортиб боради.

Майдон трпанзисторларида P-N ўтказувчанлик тескари йўналишда ишлаши туфайли, кириш қаршилиги катта. Демак майдон транзисторларида кириш токи (қувват) кичик бўлади. Чиқиш токи эса ўзгармас кириш-чиқиш кучланишда канал қаршилиги ва юклама қаршилигига боғлиқ. Бу қаршиликлар одатда, ҳар доим тескари уланган каналдаги P-N ўтиш қаршилигидан кичик. Демак, юкламанинг кириш қувватидан катта бўлган фойдали қувват олиш мумкин. Одатда чиқиш токи, кириш-чиқиш ички ўтказувчанлик кучланишлар ўртасидаги боғланишлар жадвал билан ифодаланади. Бундан ташқари майдон транзисторларини ўтказувчанлик хусусияти мавжуд бўлиб, кучланиш-«U»нинг ҳар хил ўзгармас қийматларида чиқиш токининг кучланишига боғлиқдир.

Майдон транзисторлари характерловчи асосий статик параметрлардан бири вольт-ампер характеристикани жадвалдаги чизиғининг тиклигидир. Бу ҳолатда кириш-чиқиш кучланиши ўзгармас бўлиб, чиқиш кучланиши 1 В га ўзгарганда чиқиш токи-“S” қўйидаги ифодани беради.

$$S = \frac{\Delta I_{\text{чиқиш}}}{\Delta U_{\text{эф}}}$$

бу тенглама майдон транзисторларини кучайтириш хоссаларини характерлайди.

## 7.2. Майдон транзисторларини қўлланилиши.

Майдон транзисторлари радиотехникада электр сигналларини генерациялаш ва уни кучайтиришда кенг қўлланилмоқда. Замонавий ишлаб чиқарилаётган транзисторлар асосан ясси транзисторлардир. Бу транзисторлар P-N ўтиш хоссаларига асосланган бўлиб P-N-P ёки N-P-

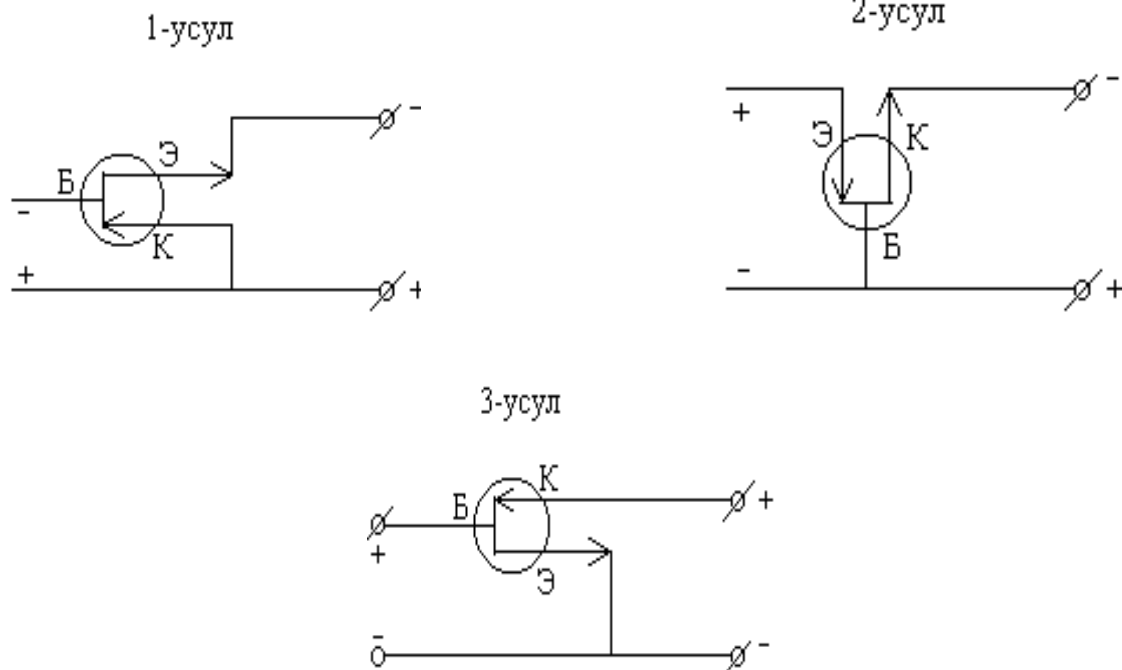
N структураларга эга бўлади. Уларнинг қандай материалдан тайёрланишига қараб, бир-биридан фарқ қилиши мумкин. Майдон транзисторлари уч гуруҳга бўлинади.

1 гуруҳ частотаси – 3 мгц сигналларда ишлайди.

2 гуруҳ частотаси – 30 мгц сигналларда ишлайди.

3 гуруҳ частотаси – 120 мгц сигналларда ишлайди.

Учта гуруҳ транзисторлари сигналларни кучайтириб боради. Майдон транзисторлари уч хил усулда электр занжирига улаш мумкин.



Майдон транзисторларини занжирга улаш чизмалари.

Транзистор Б-базаси сигналларни бошқариш тур вазифасини; Э-эмиттер катод вазифасини яъни электрон чиқариш вазифасини; К-коллектор анод вазифасини бажаради.

Транзисторлар ичидан сигнал (ток) ўтиши вақтида электронлар ва тешиклар ҳаракатланади, уларнинг ҳаракати ярим ўтказгич моддаларнинг кристалл панжараларида бўладиган жараёнлар билан чамбарчас боғлиқдир.

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

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

### 7.3. Умумий тушунчалар.

Илгари замонда вакуумли лампаларга электрон асос солган бўлса, эндиликда ярим ўтказгичли қурилмалар, электрониканинг беқиёс ривожланишига устқурма бўлиб хизмат қилмоқда. Вакуумли лампаларда электр зарядлар в балки электронлардир. Электр ўтказувчанлик жиҳатидан ярим ўтказгичлар металллар ва диэлектриклар оралиғида содир бўлади. Ярим ўтказгичли транзисторларнинг муҳим хоссалари турли ташқи омиллар:

T-температура;                      Ф-ёруғлик оқими;

P-босим кучи;                        E-электр майдон кучланганлиги;

ва бошқа ташқи таъсирларида электр ўтказувчанликни тез ўзгаришидир. Ярим ўтказгичлар таркибида бир оз аралашма қўшилганда, уларнинг электр ўтказувчанлиги бир неча минг марта ўзгаришига олиб келади. Хулоса қилиб шуни таъкидлаш мумкинки ярим ўтказгичларда электронлар концентрацияси кам эканлиги (металларга солиштирганда анча кам) ва ташқи омилларга боғлиқлиги сабабдир. Ташқи электр майдон таъсирида эркин электронлар ҳаракатланиб, электрон ўтказувчанликни ҳосил қилади (N-ўтказувчанлик). Ташқи электр майдон таъсирида тешиклар майдон йўналишига силжийди. Ана шу тешиклар силжиши катталиқ жиҳатидан электронлар зарядига тенг бўлган мусбат зарядлар токига эквивалент. Бу жараён тешикли ўтказувчанлик деб аталади (P-ўтказувчанлик). Шундай қилиб ярим ўтказгичларнинг ўтказувчанлиги электрон ўтказувчанлик ва тешикли ўтказувчанлик йиғиндисидан иборат экан. Электрон ўтказувчанлик хоссасига эга бўлган ярим ўтказгичлар                      N-турдаги ярим ўтказгичлар денб юритилади, тешикли ўтказувчанлик хоссага эга бўлган ярим ўтказгичлар P-турдаги ярим ўтказгичлар деб юритилади.

### Мавзуни мустаҳкамлаш саволлари.

1. Биполяр транзисторга тушунча беринг?
2. Униполяр транзистор ишлаш принципига изоҳ беринг?
3. Майдон транзисторини электр занжирга улаш чизмаси қандай?
4. Майдон транзисторининг электр ўтказувчанлиги қандай?
5. P-тур ярим ўтказгич таърифини айтинг?

6. N-тур ярим ўтказгич таърифни айтинг?
7. Вакуумли лампалар ва ярим ўтказгичлар орасида қандай фарқ иавжуд?
8. Ярим ўтказгичларга қандай ташқи омиллар таъсир этади?
9. Транзисторларнинг асосий вазифаси нима?
10. Транзисторлар қандай соҳаларда кенг қўлланилади?

## 8-Мавзу: Транзисторларнинг статик тавсифи уларда электр сигналларни кучайтиришда фойдаланиш.

Режа:

- 8.1. Транзисторни статик тавсифи.
- 8.2. Электр сигналларни кучайтириш.
- 8.3. Якуний хулоса.

### Таянч сўзлар ва иборалар:

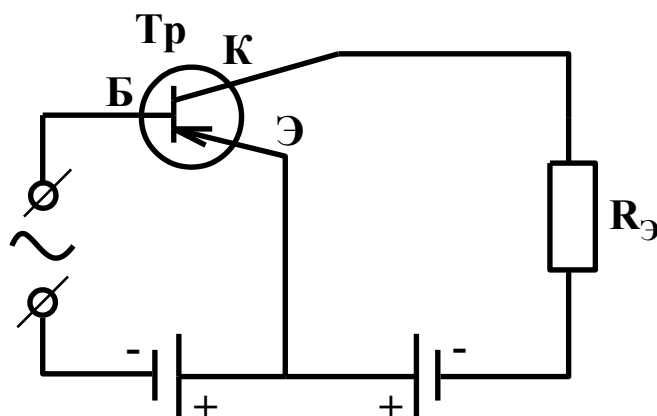
Уч электродли ярим ўтказгич, статик тавсиф, ярим ўтказгичли кучайтиргич, Вольт-Ампер тавсиф.

Адабиётлар; 2,4,6,8,10.

### 8.1. Транзисторни статик тавсифи.

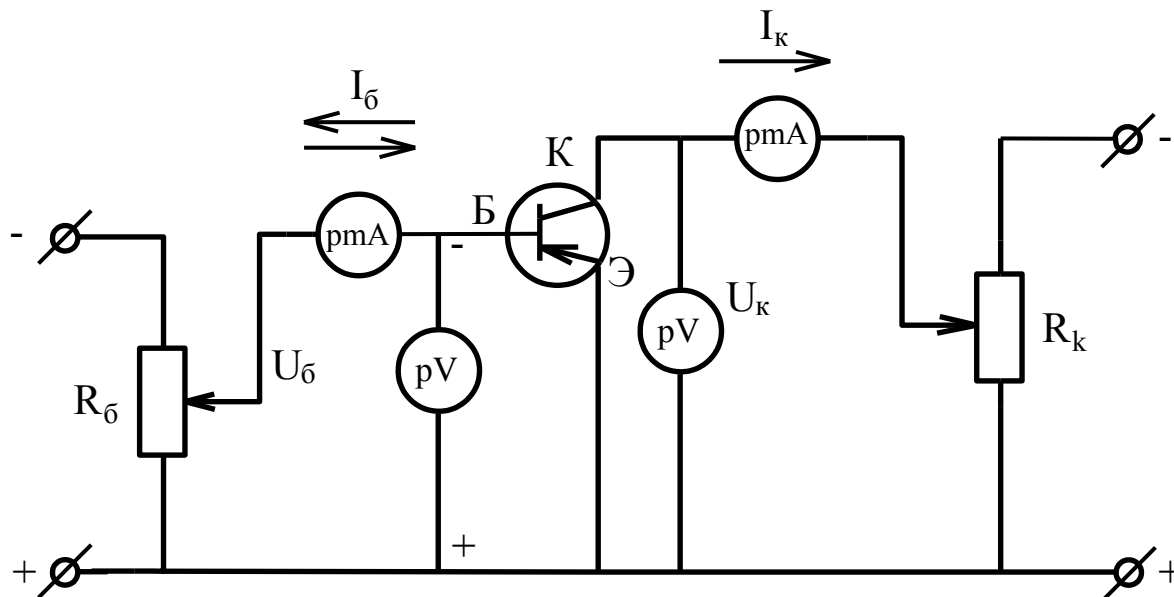
Уч электродли вакуумли лампалар-триод деб аталади, улар электр сигналларни бошқариш ва кучайтириш учун ишлатилади. Ана шу вазифани ярим ўтказгичларга-транзисторлар бажаради.

Электр занжирида транзисторларни умумий электр усулда уланса кувват бўйича энг катта кучайтириш коэффициенти олинади. Транзисторларни умумий эмиттер чизмаси қўйидагича бўлади.



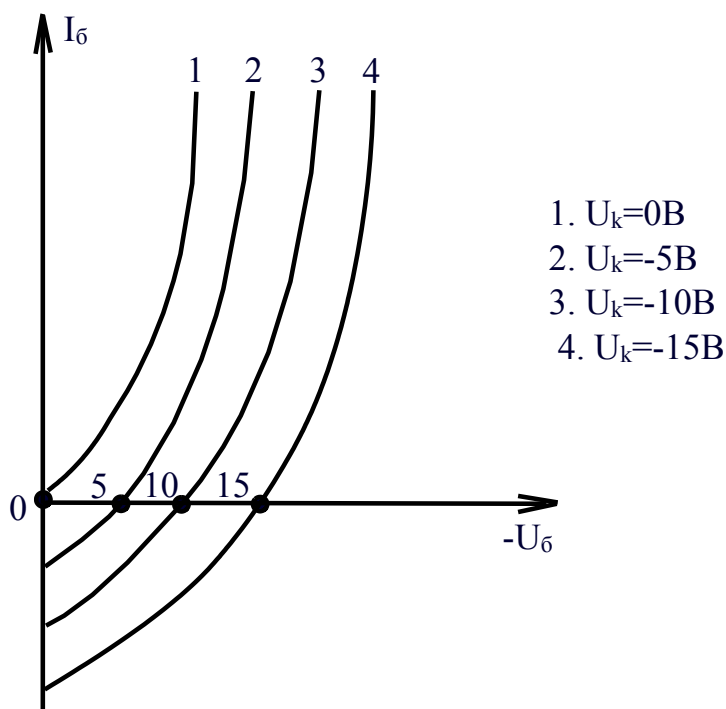
1-Расм

Бу чизма электроника соҳасида энг кўп қўлланилади, унинг кучайтириш коэффиценти ўта юқоридир. Транзисторларни умумий эмиттр бўйича улаб статик тавсифни олиш мумкин. Статик тавсифни олиш чизмаси (2-расмда) кўрсатилган.



2-расм

Коллектордаги кучланиш ўзгармас ҳолда, базадаги кучланишга қараб, база токи ўзгариши мумкин, яъни  $U_k = const$  бўлганда  $I_b = f(U_b)$ . Бу ерда  $U_k$  -коллектордаги кучланиш,  $I_b$  -базадаги ток,  $U_b$  -базадаги кучланиш. Транзистор базасининг статик тавсифи кўйидаги кўринишга эга бўлади.



3-расм.

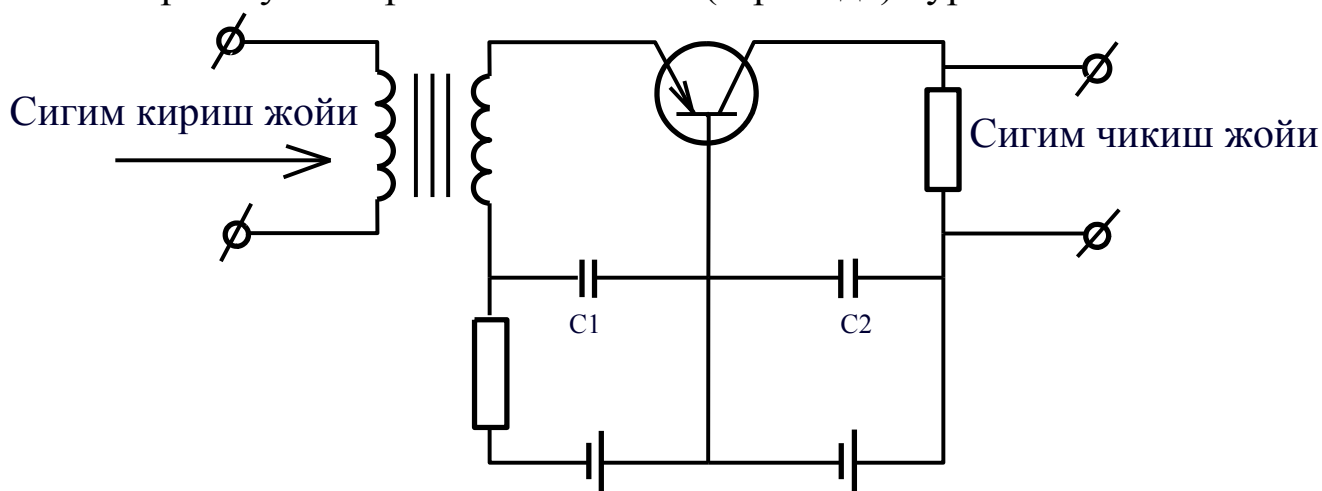
Бу  $I_{\delta} - U_{\delta}$  боғланиш транзисторларни статик тавсифини белгилайди. (3-расм)

Агар коллектордаги  $U_k$  ширилса, базанинг статик тавсифи ўзгаради.

Коллектордаги ток кучи  $I_k = f(U_k)$  функцияси бўлиб қолади ва базадаги  $I_{\delta}$  -ток кучи ўзгармас бўлади, яъни  $I_{\delta} = const$

Эмиттор билан база орасидаги P-N ўтишга тўғри кучланиш берилганлиги сабабли эмиттордан базага тешиклар ўта бошлайди. Тешикларни қолган қисми эса коллектор ўтишга етиб бориб, у орқали коллекторга ўтади. Бу билан коллектор ўтишдаги тескари токни оқишига олиб келади. Базадан ўтаётган электр токи коллекторда генерацияланган асосий бўлмаган заряд ташувчилар ҳисобига ҳосил бўлади.

Эмиттор ҳамма вақт коллекторга нисбатан юқори легирланган бўлганлиги транзисторнинг кучайтиргич сифатида фойдаланиш имконини беради. P-N-P структурали транзистордан фойдаланиб электр сигналларни кучайтиргични чизамаси (4-расмда) кўрсатилган.



4-расм

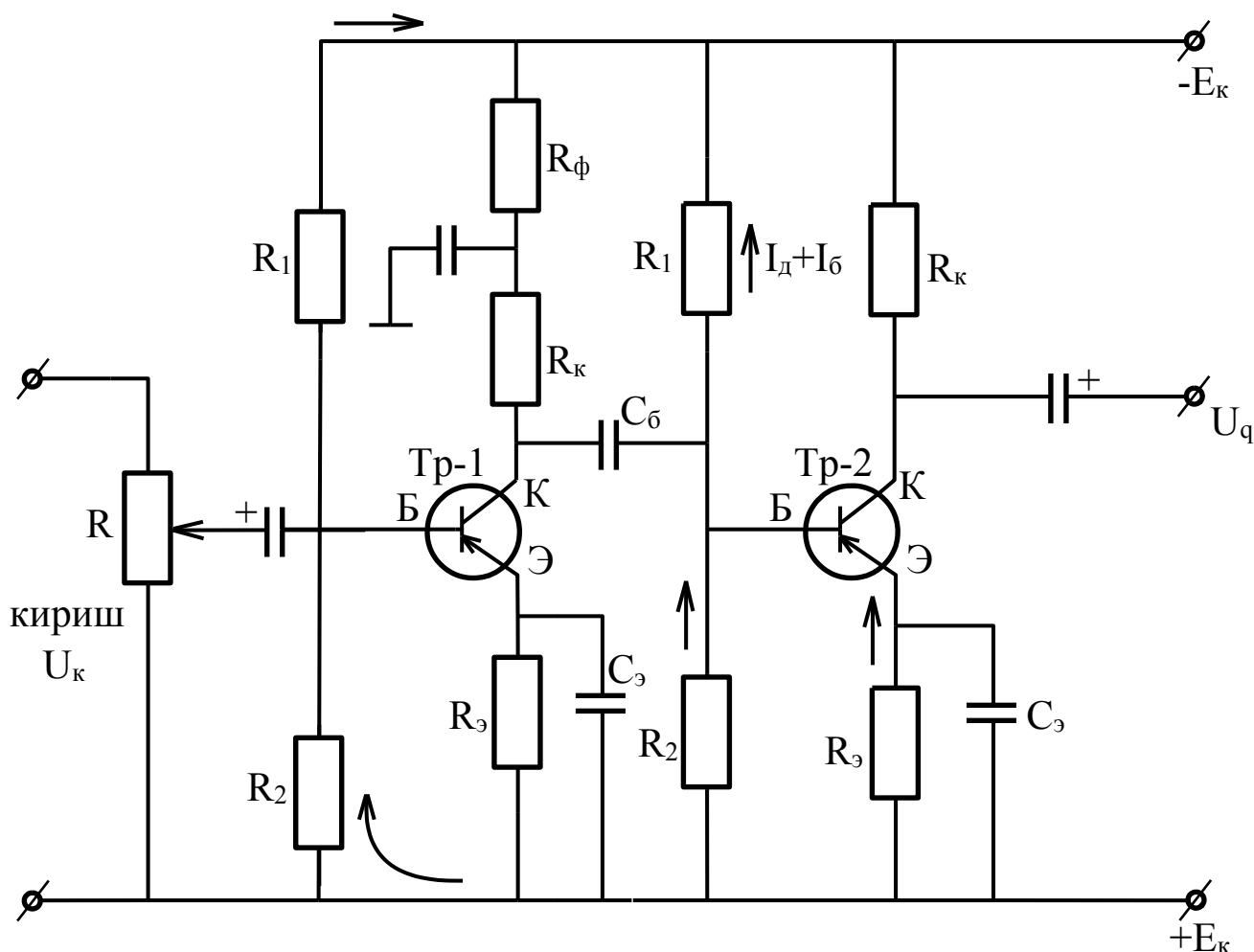
Электр сигналлар кириш қисмига кучайтирилиши зарур бўлган сигнал берилса, чиқиш қисмидан эса шу сигналнинг кучайтирилган қиймати олинади.

## 8.2. Электр сигналларни транзисторлар билан кучайтириш.

Бу транзисторлар билан кучланишни ва қувватни кучайтириш имкони мавжуд бўлиб уларга батафсил тўхтаймиз.

а) Кучланишни транзисторлар билан кучайтириш усуллари.

Транзисторлар асосида қурилган кучланиш кучайтиргичлари қаршиликли ва трансформаторли кучайтиргичларга бўлинади. 5-расмда икки каскадли қаршиликли кучланиш кучайтиргичи кўрсатилган.



5-расм

Кучайтиргичнинг ишлаш принципи қўйидагича:

Кучайтиргич кириш қисмига электр сигнал берилмаган вақтда транзисторнинг база ва коллектор занжиридар ҳамда кучланиш қийматини бўлувчи  $R_1$  ва  $R_2$  қаршиликлардан ўзгармас ток оқиб ўтади. Транзистор бир маромда бенуқсон ишлаши учун эмитторга уланган  $R_3$ -қаршилигида ҳосил бўлган автоматик силжитилган кучланиш  $R_2$ -қаршилиги орқали транзистор базасига беради.

Бу кучланиш – “ $U_б$ ” қўйидаги ифода ёрдамида топилади.

$$U_б = U_{R_2} - U_{R_3}$$

Транзистор коллектордаги кучланиши қўйидагича аниқланади

$$U_k = E_k - (I_k R_k - I_э R_э)$$

бу ерда;



$U_{\beta}$  – Мой транзистор автоматик силжитилган кучланиш (В)

$U_{R_2}$  – Қаршиликдаги кучланиш(В)

$U_{R_3}$  – Эмиттор қаршиликдаги кучланиш(В)

$U_k$  – Коллектордаги кучланиш(В)

$E_k$  – Манба кучланиши(В)

$I_k; I_{\beta}$  – Коллектор ва эмиттордан ўтаётган тоқлар (А)

$R_k; R_{\beta}$  – Коллектор ва эмитторга уланган қаршиликлар (Ом)

Агар занжирни кириш қисмига  $U_k$  сигнал берилса ўзгарувчан қаршилик (реостат- $R$ )дан ўтиб  $T_1$  транзисторнинг базасига боради.  $T_1$  транзисторнинг базасидаги кучланиш база тоқини ўзгариши ҳисобига коллектордаги тоқ ҳам ўзгаради. Коллектор занжирига уланган  $R_2$  қаршиликда ўзгарувчан тоқ ташкил этувчиси ошиб кучланиш пасаяди. Кучланиш пасайиши Ом қонуни орқали топилади.

$$U = I_k \cdot R_k$$

Бу кучланиш- “ $U$ ”  $C_{\beta}$ -конденсатордан ўтиб  $T_2$  транзисторга боради.  $C_{\beta}$ -иккинчи  $T_2$  транзистор базасига  $T_1$ -Транзистор коллектордаги кучланишнинг фақат ўзгарувчан ташкил этувчисини ўтказиш учун хизмат қилади. Ана шу тажрибада транзистор кучайтиргичи ишлайди.

Электр сигналларни кучайтириш йўли билан ҳар хил қурилмаларни ишлатиш, тўхтатиш, юрғизиш мумкин. Транзистор ана шу мақсадлар учун холис хизмат қиладиган ягона электрон ярим ўтказгич қурилмадир.

### 8.3. Якуний хулоса.

Ярим ўтказгичли асбоблардан бири бўлган транзисторлар радиоэлектроникада кўп ишлатилади. Уни учта электроди бор. 1-База; 2-Эмиттор; 3-Коллектор;

Транзистор электр сигналларни кучайтирувчи асбоб ҳисобланади. Агар транзисторнинг база-эмиттор занжирида кучсиз тоқ берилса транзистор бу кучсиз тоқни ўнлаб,хатто юз марталаъ ошириб бера олади. Кучайган тоқ транзисторнинг коллектор- эмиттор занжири орқали оқиб ўтади. Қиймати бир неча марта оширилган тоқ транзисторни коллетор – эмиттор занжири орқали оқиб ўтади.

Транзистор ўз коллекторидан ўтказиши мумкин бўлган ток миқдорига боғлиқ бўлган ҳолда учта кичик-ўрта-юқори қувватли транзисторларга бўлинади. Бундан ташқари бу ярим ўтказгичли асбоблар P-N-P ва N-P-N электр ўтказувчанлик хоссаларига ҳам эгадир. Ярм ўтказгич материали қатламларининг жойлашиш тартиби турлича (ярим ўтказгичли диодга бу қатлам иккита бўлса транзисторларга бу қатлам учтадир) бўлгани туфайли транзисторлар структуралари бўйича шундай турларга бўлинади, лекин улар турли структуралари бўлгани билан турлича кучайтиришга эга деб ўйламанг. Кучайтиришга бу тузулишни ҳеч даҳли йўқ.

Транзисторнинг кучайтириш қобилияти унинг ток ўзатиш статик коэффициентига боғлиқ. Бу коэффициент жуда муҳим бўлиб кучайтириш талаб этилган параметрларни ростлаш учун хизмат қилади.

### **Мавзунини мустаҳкамлаш саволлари:**

1. Ярм ўтказгичли асбобларга нималар киради?
2. Транзистор базаси нима вазифани бажаради?
3. Эммиттор токи билан коллектор токининг фарқи нима?
4. Транзисторни умумий эммиттор чизмасини изоҳланг!
5. Кучайтириш коэффициенти деб нимага айтилади?
6. Транзисторнинг статик тавсифи деб нимага айтилади?
7. Транзисторли кучайтиришни асосий вазифаси нима?
8. Электр сигнал нима учун кучайтирилади?
9. Транзисторлар қандай материаллардан тайёрланади?
10. Транзисторларни P-N-P ва N-P-N ўтказувчанлик хоссаларини тушунтириб беринг?

### **9-Мавзу: МДП (МОП) майдон транзисторлари. Киритилган каналли ва индукцияланган каналли майдон транзисторлари.**

Режа:

- 9.1. Метллар, ярм ўтказгичлар, диэлектриклар.
- 9.2. Киритилган каналли майдон транзисторлари.
- 9.3. Индукцияланган каналли майдон транзисторлари.

### **Таянч сўзлар ва иборалар.**

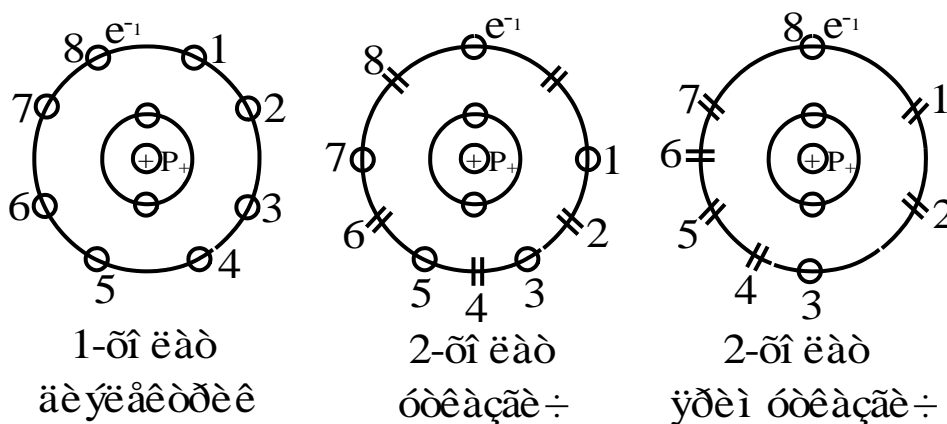
Ўтказгич, ярм ўтказгич, диэлектриклар, физикавий хосса, кремний қотишмалари, германий ва қайта ишланган қотишмалар, валентлик.

Адабиётлар 1,4,6,7,8,9.

### 9.1. Метллар, ярим ўтказгичлар, диэлектриклар.

Ярим ўтказгичлар электроникаси, микроэлектроникадан, наноэлектроника ( $10^{-9}$ га) соҳасига қадам қуймоқда. Инсонни турмуш шароитига жадал суръатлар билан кириб келган, ҳозирги ўта мураккаб электроника жиҳозлари ҳамма оғир ва енгил юкламаларни бажаришни ўз зиммасига олмоқда. Кейинги йилларда ярим ўтказгичлар устида олиб борилган илмий тадқиқот ишлари ўз самарасини бермоқда, уларни ажойиб хоссалари намоён бўладиган ярим ўтказгичли қотишмалар ва ўта тоза монокристаллар технологияси, электроникани кескин ривожланишига олиб келди. Бу соҳада самарали иш олиб бораётган олимларимиз, проф. М.Т.Нормуродов, С.Зайнобиддинов, А.Тешабоев, проф. В.И.Фистуль ва бошқалар тадқиқотлари электроникани сезиларли даражада ривожлантиришга олиб келди. Ярим ўтказгичлар яратиладиган элементлар (қотишмалар) етарли даражада тоза бўлиши зарур. Ўта тоза ва жуда мукамал қотишмалар асосида янги-янги электрон асбоблар, қурилмалар, микрочизмалар тайёрланади ва улар кундалик жараёнимизга жадал кириб келмоқда.

✓ Қаттиқ жисмлар квант хоссаларига боғлиқ бўлган масалалар кристаллнинг спектрал энергетик сатҳини аниқлашдир. Кристаллар ҳақида аниқ тушунча берадиган Шредингер тенгламаси бўйича ҳар қандай даврий такрорланадиган майдонларда, электронни энергетик сатҳлари чегараланган зоналарга тақсимлангандир. Айрим ярим ўтказгич бирикмалар кремний (Si) ва германий (Ge) кристаллари олмос панжарасига эга бўлиб уларга бўш валентлик зоналар мавжуд бўлади. Ваттив жисмларнинг электр ўтказувчанлик хоссаси металллар, яримўтказгичлар ва диэлектрикларга ажралиши зоналарнинг электронлар билан тўлдирилишига боғлиқ. Энергетик зонани уч хил ҳолатини кузатиш мумкин.



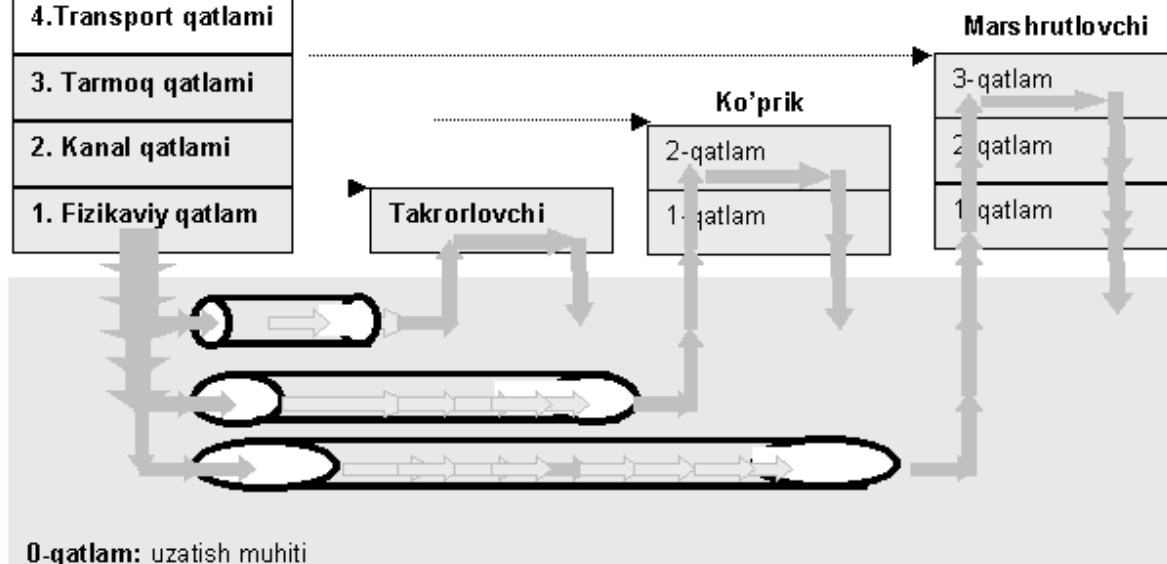
✓ Металларда энергетик зона ярим тўлдирилган шунинг учун улар яхши электр ўтказувчанлик хоссага эга бўлиши мумкин. (2-ҳолат).

✓ Яримўтказгичлар ва диэлектриклар орасидаги фарқ валент зона билан, ўтказувчанлик зонадаги энергетик қобик  $E_R < 3\text{эВ}$  бўлса, диэлектрикларга бу энергетик қобик  $E_R < 3\text{эВ}$  тенгдир.

Server, mijoz yoki brandmauer tuguni qatlamlari:

|                      |
|----------------------|
| 7. Tadbqiqiy qatlam  |
| 6. Ifodalash qatlami |
| 5. Seans qatlami     |
| 4. Transport qatlami |
| 3. Tarmoq qatlami    |
| 2. Kanal qatlami     |
| 1. Fizikaviy qatlam  |

Intranet ISO/OSI tarmoq modelining biror umumiy tarzda atrofidagi qismi ushbu ko'rinishda bo'lishi mumkin.



•Моделда 7 қатламли тугун server, mijoz, brandmaurer, маълумотлар базасини акс эттиради, 3 қатламли тугун маршрутловчини, 2 қатламли тугун кўприкни, 1 қатламли тугун такрорловчини, нолинчи қатлам алоқа муҳитини (кабелли уланишларни) акс эттиради. Моделнинг 0-,1-,2-3-қатламли Интранетнинг алоқа қисмини 4-қатлам алоқа қисми билан биргаликда TSP/IP тармоғини акс эттиради.

•модел тугунидаги ҳар бир кўп қатламли тугун аслида Интранет элементини ийерархия тизими тарзида ифодалайди. Тугундаги ҳар бир қатлам фаол дастурий ва ёки техникавий объектлардан ташкил топган бўлиб , ахборот узатиш бўйича маълум вазифаларни адо этади ва тармоқдаги ўзи билан тенг қатламда жойлашган объектлар билан алоқага киришади. Қатламларнинг асосий дастурий ташкил этувчилари протоколлар бўлиб вазифаси тегишли протоколларга биноан остки қатлам хизмат (service)идан фойдаланиб устки қатламга хизмат кўрсатишдир. Тугуннинг кўшни қатламли ўз вазифаларини бажаришда ахборот айрибошлайдилар. Бунда сервер ё mijoz тугунидаги тadbqiqiy жараёнларнинг ахборот ўқими 7 чи қатламдан паст томон 0 чи қатламга ўтиб, ундан узатиш муҳити (симли ё симсиз муҳит) ва алоқа элементи (такрорловчи, кўприк, маршрутловчи, шлюз

тугунлари) орқали бошқа мижоз ё server тугунининг тадбиқий жараёнида бориб қўшилиши содир бўлади. Ахборот оқими бирликлари қатламдан қатламга ўтганда ўзгариб боради. Масалан, тадбиқий қатлам, ифодалаш, сеанс ва транспорт қатламлари учун маълумотлар бирлиги хабар бўлса, тармоқ қатламида маълумотлар бирлиги пакетдир. Маълумотлар бирлиги канал қатламида кадр бўлса, физикавий қатламда 1 ё 0 ни билдирувчи бит эрур. Маълумотлар бир қатламдан бошқасига ўтган сари уларнинг форматлари ҳам қатламга мос тарзда ўзгартирилиб қўйилади. Кўп қатламли моделнинг афзаллиги шундаки, тармоқнинг аппарат ва дастурий воситаларини яратувчилар тегишли қатлам учун ўз ишланмаларини юзага келтиришда шу қатламга қўйилган талаблар билан чекланиб бошқа қатламларнинг қандай тарзда яратилишига парво ҳам қилмайдилар. Бу тармоқ яратишда турли платформаларга оид аппарат ва дастур воситаларидан фойдаланишга кенг йўл очиб беради. Қуйида қатламлар вазифалари баён этилган. **0-чи қатлам: Узатиш муҳити.** Бу қатлам ISO/OSI тармоқ моделининг энг ички нолинчи қатлами физикавий боғланиш воситалари (кабеллар ва бошқа улаш воситалари)ни акс эттиради. Интранетнинг барча тугунлари бир-бирига узатиш муҳити орқали боғланади.

**1-чи қатлам: Физикавий қатлам.** Вазифаси-алоқа каналлари билан физикавий интерфейс таъминлаб беришдир. Бу қатлам тармоқ алоқа каналларининг электр ва механикавий жиҳатларини белгилайди.

**2-чи қатлам: Канал қатлами.** Вазифаси маълумот узатиш каналларини бошқариш, каналлар бўйлаб маълумот узатиш ва каналлардаги узатиш хатоларини пайқаш (русча-обнаружение). Асосийси мақсади-маълумотнинг уни узатиш жараёнида бузилишининг олдини олиш. Канал қатламида маълумот кадрлар оқими сифатида шаклланади. Канал ахборот узаётган компьютердаги тармоқ плата(карта)сидан бошланиб шу ахборотни қабул қилаётган компьютердаги тармоқ картаси билан тугалланган алоқа йўлини ўз ичига олади. Ҳар бир тармоқ картаси (Ethernet уо IBM Token Ring картаси) ноёб тармоқ манзилига эга. Бу карталар канал қатламига нисбатан ички бўлган физикавий қатламни канал қатламига нисбатан юқори (ташқи) бўлган тармоқ қатламининг дастурий таъминоти билан боғлайди. Масалан, тармоқ Ethernet асосида қурилган бўлса, компьютерни тармоққа уланган Ethernet картаси ва канал қатламига протоколлар мажмуи билан таъминлаш натижасида канал қатлами хосил бўлади. Канал қатлами туфайли тармоқ қатлами қанақа тармоқ технологияси-Ethernetми ё IBM Token Ring қўлланганлигини ва канал қатламига ўтган ахборот оқими кадрлар (Ethernet ё IBM Token Ring

кадрлари) кетма-кетлигига қандай қилиб айлантирилаётганини ҳисобга олиши шарт эмас.

**3-чи қатлам: Тармоқ қатлами.** Вазифаси ахборотни маршрутлаш, маълумотларни бўлаклаш ва бўлакларни бирлаштириш. Бу қатламда ахборот оқимини пакетлар оқими шаклида бўлади. Тармоқ қатламининг асосий протоколи IP протоколидир. Маълумотлар пакети узатилаётган маълумот ва бошқарув сигналларида акс этган маълумотлар билан бирга узатувчи ва уни қабул қилиб олувчи тармоқ тугунларининг манзилларини ҳам ўз ичига олган. Тармоқ қатлами ва унга нисбатан ички барча қатламлар Интранетнинг алоқа қисмини ташкил этади. **4-чи қатлам: Транспорт қатлами.** Вазифаси тармоқ тугунлари-компьютерлари орасида маълумотларни ишончли етказиб бериб, ахборот алмашишдир. Бу қатламнинг асосий протоколи TCP протоколидир. Шу протокол асосида ташқи сеанс қатлампидан олинган маълумотлар тармоқ қатламига мос келувчи бўлаклар-пакетларга ажратилади ва тармоқ қатламига узатилади. Тармоқ қатлампидан қайтган ахборот оқими устида бунга тесқари амаллар бажарилади. Шундай қилб, транспорт қатлами тармоқ қатлами бошқарадиган пакетлар трафигини ҳосил қилиб беради.

: **5-чи қатлам Seans қатлами.** Вазифаси—тадбиқий жараёнлар мулоқотини қўллаб-қувватлаш бу жараёнларни уланиши ва ажратилишини таъминлаш ва тадбиқий жараёнлараро маълумотлар узатишни таъминлаш. Seans қатлами ҳар бир алоқа seansi учун иккинчи томон (тармоқ тугуни) билан суҳбат асосида турли тугунлар тадбиқий жараёнлари билан уланишлар ўрнатади. Шунингдек seans қатлами уланишнинг иккала томонининг асли кимлигини ҳам аниқлайди. Шундай қилиб seans қатлами фойдаланувчилар ва тармоқ иловалари орасида боғланишларни ўрнатади ва уларни бошқаради.

**6-чи қатлам: Ифодалаш қатлами.** Вазифаси—ахборот ифодалаш шакллари (тасвир, матн, қатор ва ҳ.к.) мувофиқлаштириш ва мослаш; маълумотлар, кодлар, алифболар ва графика элементларини шакллантириш. Бу қатлам тармоқ томонидан алоқа давомида бир нечта бор ишлатилинадиган умумий функциялар мавжуд. Булар қаторига тармоқни босқич ва дисплейларга улаш, файлларни форматлаш киради. Мазкур қатлам кўп форматли файллар билан ишлашга имконият яратади. Унинг вазифалари одатда амалий дастурлар воситасида бажарилади. Бу қатлам баъзи алоқа хизматларини шифрлаш ва ахборотларни зичлаш каби хизматларни ҳам амалга оширади.

**7-чи қатлам: Тадбиқий қатлам.** Вазифаси—тадбиқий жараёнлар билан интерфейс таъминлаб бериш. Бу қатламда муайян иловалар ва

амалий компьютер тармоғи дастурлари мавжуд. Web браузер, FTP ва Telnet шундай стандарт дастурлар жумласидандир.

**7-чи** қатламдан ташқи юқориги қатламда турли **тадбиқий** жараёнлар содир бўлади.

### 10-Мавзу: **Тристорлар тавсифи, параметрлари, турлари ва ишлатиш соҳалари. Ярим ўтказгичли асбоблардаги шартли белгилар.**

Режа:

10.1. Тристорлар тавсифи, параметрлари.

10.2. Тристорларнинг вольт-ампер тавсифи.

10.3. Шартли белгилар.

#### **Таянч сўзлар ва иборалар:**

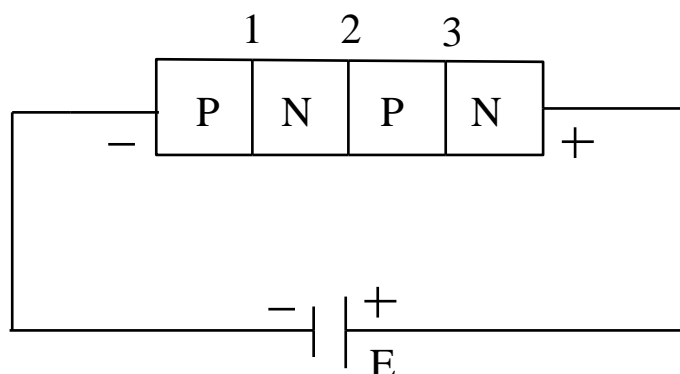
Тристор, стабилитрон, электрон ташиш жараёни, P-N-P-N структура, параметр. Биполяр, майдон ва униполяр ўтказгичлар.

Адабиётлар 3,5,8,10.

#### **10.1. Тристорлар тавсифи, параметрлари.**

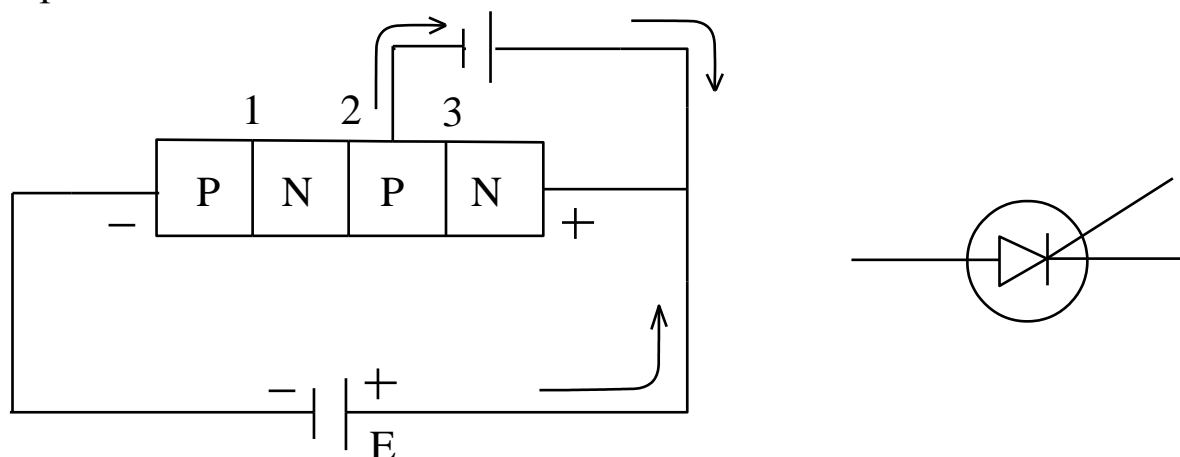
Бу асбоблар яъни тристорлар уч-беш P-N ўтказувчанликка эга бўлган занжирларни очик ҳолатдан ёпиқ ҳолатга ва ёпиқ ҳолатдан очик ҳолатга ўта оладиган ярим ўтказгичли асбоблардир. Чиқиш жойлари иккита бўлган ва электр ўтказувчанлик хоссаси P-N-P-N жараёнга мос келадиган ярим ўтказгичли электрон қурилма «динестор» деб аталади. Агар чиқиш жойлари учта бўлса ва электр ўтказувчанлик хоссаси P-N-P-N жараёнга мос келган ярим ўтказгичлар “тристор” деб аталади. Тристордаги четки P-қатлам “Анод” ишини бажаради, четдаги N-қатлам «Катод» ишини бажаради. Мана шу икки қатлам тристорнинг эмиттерлари деб юритилади. Оралиқдаги P-базага уланган учинчи электрод бошқарувчи электрод деб аталади.

«Динестор» ярим ўтказгичли қурилмани электр чизмасига улаш.



«Динестор» уланган чизмага « $U_{тес}$ » кучланиш берилса P-катламга минус; N-катламга плюс заряд келади. Иккала четки катлам эмиттердаги P- N ўтиш эса ёпиқ бўлади. Бу жараёнда «динестор»нинг вольт-ампер тавсифи тескари уланган ярим ўтказгичли диодни вольт-ампер тавсифини эслатади.

«Тристор» ярим ўтказгичли қурилмани электр чизмасига улаш ва шартли белгиси.



Тристорлар динестордан учинчи-бошқарувчи электрод борлиги билан фарқ қилади. Уни учинчи электрод-бошқарувчи электродга кичик кучланиш бериш йўли билан  $U_T$  катталигини ўзгартириш мумкин. Шунинг учун тристорлардан кўпинча электрон калит сифатида занжирни улаш-узиш учун фойдаланилади. Бошқариш токининг катта ёки кичиклигига қараб  $U_T$  нинг қиймати ҳам катта ёки кичик бўлади. Бошқариш токининг бирор  $I_{тўғри}$  қийматида (энг катта статик қийматда) вольт-ампер тавсиф тўғриланади. Тўғриловчи бошқариш токи тристорнинг асосий параметрларидан бири ҳисобланади. Бошқарилувчи  $U_T$  кучланишнинг бошқариш  $I_{тўғри}$  га боғлиқлиги тристорнинг ишлашини бошқариш тавсифи деб юритилади.

Хулоса қилиб айтганда идеал электрон калитлардан бири тристорлар катта кучланиш, кичик ток билан бошқарилади.

## 10.2. Тристорнинг вольт-ампер тавсифи.

Тристордан кичик қийматли ток ўтиб турса (чизмадаги I-зонани) P-N-P структурани умумий соҳаларга эга бўлган иккита P-N-P ва N-P-N транзисторларни қўшилишидан ҳосил бўлган тизим деб олиш мумкин. Агар бу транзисторларни ток ўзатиш коэффициентлари  $\alpha_1$  ва  $\alpha_2$  бўлса, тристордан ўтаётган ток қиймати қўйидаги ифода билан топилади.

$$I = \frac{I_{мес}}{1 - (\alpha_1 + \alpha_2)}$$



бу ерда  $I_{мес}$  - тескари йўналишда уланган марказдан ўтаётган иссиқлик токи.

Агар тристордан ҳам кичик ток ўтаётган бўлса, ташқи манба кучланиши асосан марказий P-N ўтишга тушади. Токнинг ортиб бориши P-N-P-N структурага олиб келади. Эмиттер P-N ўтишларида кучланиш тушувига олиб келади. Агар кучланиш ортиб борса зарядлар ярим ўтказгич зоналарнинг уюрмали ҳаракати ортиб боради. Худди шу ҳолат тристорнинг вольт-ампер тавсифида манфий

$$R_{манфий} = \frac{dU}{dI} < 0 \quad (\text{II-зона ҳолатига тўғри келади}).$$

Тристорнинг очиқ ҳолатга ўтган унинг ички қаршилиги кичик бўлиб қолади ва ташқи кучланишнинг озгина ўзгариши токнинг анчагина ўзгаришига олиб келади (II-зона ҳолати). Шундай қилиб тристорнинг вольт-ампер тавсифи "тўғри" йўналишда идеал электрон калитни эслатади.

### 10.3. Шартли белгилар.

Электроника соҳасида ишлатиладиган ярим ўтказгичли асбоблар сиртида ёзилган белгилар (маркировка) қўйидаги мазмунни беради.

Агар ярим ўтказгич сиртида биринчи элемент ҳарф ёки сон ёзилган бўлса улар қўйидаги маънони беради.

1-сони ёки Г ҳарфи бўлса "Германий" дегани;

2-сони ёки К ҳарфи бўлса "Кремний" дегани;

3-сони ёки А ҳарфи бўлса "Ареонид гелий" дегани;

Агар ярим ўтказгич сиртида иккинчи элемент фақат ҳарф билан белгиланади.

Д-Тўғрилагич, универсал, импульс диодлар дегани;

В-Варикаплар белгиланади, шу ҳарф билан;

А-Юқори частотага ишлайдиган диодлар;

Ф-Фотоприборлар, фотоэлементлар, фоторезисторлар;

Н-Тристорлар (Динесторлар) белгиланади;

И-Тунель диодларга қўйилади;

С-Стабилитронлар белгиланади;

Ц-Тўғрилагичлар блоки;

Ярим ўтказгич сиртида ҳар доим уч хонали сон учинчи элемент сифатида белгиланади, улар қўйидаги диодлар номларини изоҳлайди.

Паст ва юқори частотали диодлар учун: қўйиладиган уч хонали учинчи элемент сонлар:

101 дан – 399 гача тўғрилагич диодлар;

401 дан – 499 гача универсал диодлар;  
501 дан – 599 гача импульс диодлар;

Варикапларнинг ҳамма тури учун:  
101 дан – 999 гача белги сифатида сон қўйилади.

Ўта юқори частотали диодлар учун:  
101 дан – 199 гача аралаштиргич диодлар;  
201 дан – 299 гача видиоддетокторлар;  
301 дан – 399 гача модуляция диодлар;  
401 дан – 499 гача параметрларни ўзгартирувчи диодлар;  
501 дан – 599 гача бир ҳолатдан бошқа ҳолатга ўтувчи диодлар;  
601 дан – 699 гача кўпайтирувчи диодлар;

Ёруғлик таъсирида ишлайдиган диодлар:  
101 дан – 199 гача фотодиодлар;  
201 дан – 299 гача фототранзисторлар;

Тристорлар:  
101 дан – 199 гача – паст қувватда ишлайди;  
201 дан – 299 гача – ўрта қувватда ишлайди;  
301 дан – 399 гача – юқори қувватда ишлайди;

Тунель диодлар:  
101 дан – 199 гача кучайтирувчи диодлар;  
201 дан – 299 гача генератор диодлар;  
301 дан – 399 гача бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга ўтувчи диодлар;  
401 дан – 499 гача қайтувчи диодлар;

Стабилитронлар:  
Бу ярим ўтказгич асбоблар қувватлари уч хил қийматга эга бўлган занжирларда қўлланилади.

- I. Кичик қувватли стабилитронлар ( $P \leq 0,3Bm$ );
- II. Ўрта қувватли стабилитронлар ( $0,3Bm < P \leq 5Bm$ );
- III. Юқори қувватли стабилитронлар ( $P > 5Bm$ );

Белгиланган учинчи элементлар.

$$I \begin{cases} 101дан - 199гача \\ 201дан - 299гача \\ 301дан - 399гача \end{cases}$$

$$II \begin{cases} 401дан - 499гача \\ 501дан - 599гача \\ 601дан - 699гача \end{cases}$$

$$III \begin{cases} 701дан - 799гача \\ 801дан - 899гача \\ 901дан - 999гача \end{cases}$$

### **Мавзуни мустаҳкамлаш саволлари.**

1. Транзисторларнинг асосий вазифасми нима?
2. P-N-P-N электр ўтказувчанликни изоҳлаб беринг?
3. Тристордаги четки қатламлар нима ишни бажаради?
4. Тристорни чизма чизиб изоҳланг?
5. Тристорларни қўлланилиш соҳаси?
6. Биполяр ва Униполяр транзисторлар вазифаси?
7. Ярим ўтказгичлар сирти белгиларидаги биринчи элемент маъноси?
8. Нега белгиларнинг учинчи элементи уч хонали сон олинган?
9. Тристорни вольт-ампер тавсифини изоҳланг?
10. Ярим ўтказгичлар қандай элементлардан тайёрланади?

### **11-Мавзу: Ярим ўтказгичли тўғрилагичлар ҳақида умумий маълумот.**

Режа:

11.1 Умумий маълумот.

11.2 Бир фазали, кўприк чизмали тўғрилагичлар.

11.3 Якуний хулоса.

### **Таянч сўзлар ва иборалар.**

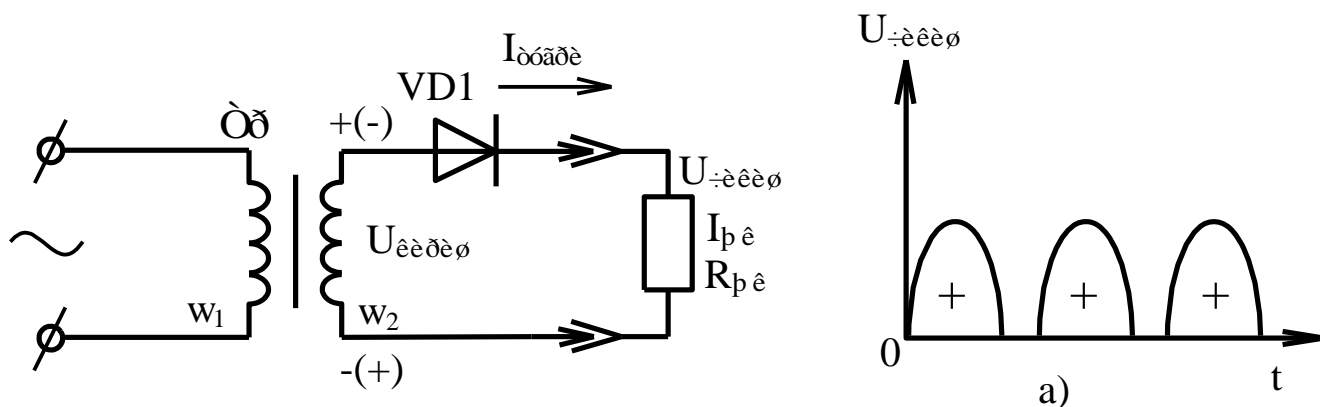
Кўприк, ярим ўтказгичли диод, тунел диоди. P-N ўтказувчан диодлар, электрон-тешик ўтказувчанлик тушунчаси.

Адабиётлар 1,3,5,7,9.

## 11.1 Умумий маълумот.

Ярим ўтказгичли диодлар вольт-ампер тавсифи чуқур ўрганиб чиқилгандан кейин, улардан электрон қурилмаларда кенг фойдаланила бошланди. Диодлар асосан, ўзгарувчан токни ўзгармасга айлантириш, электр сигналларини кучайтириш, генерациялаш ва ўзгартириш мақсадида ишлатилади. Диодлар паст, ўрта, юқори қувватли бўлиб, талаб этилган жойларда уларни танлаб олиб фойдаланилади. Масалан диодлар мажмуаси ёрдамида, тўғрилагич қурилмаси яратилган. Ярим ўтказгичли тўғрилагичлар электр занжирида иккиламчи манба сифатида фойдаланилади. Электрон қурилмаларни деярли ҳаммаси ярим ўтказгичли тўғрилагичлар ёрдамида ишлайди, улар ўзгарувчан ток манбаларига уланган бўлса ҳам, ўзгармас токка айлантирилади. Ярим ўтказгичли тўғрилагичларни бир неча асосий уланиш чизмалари мавжуддир.

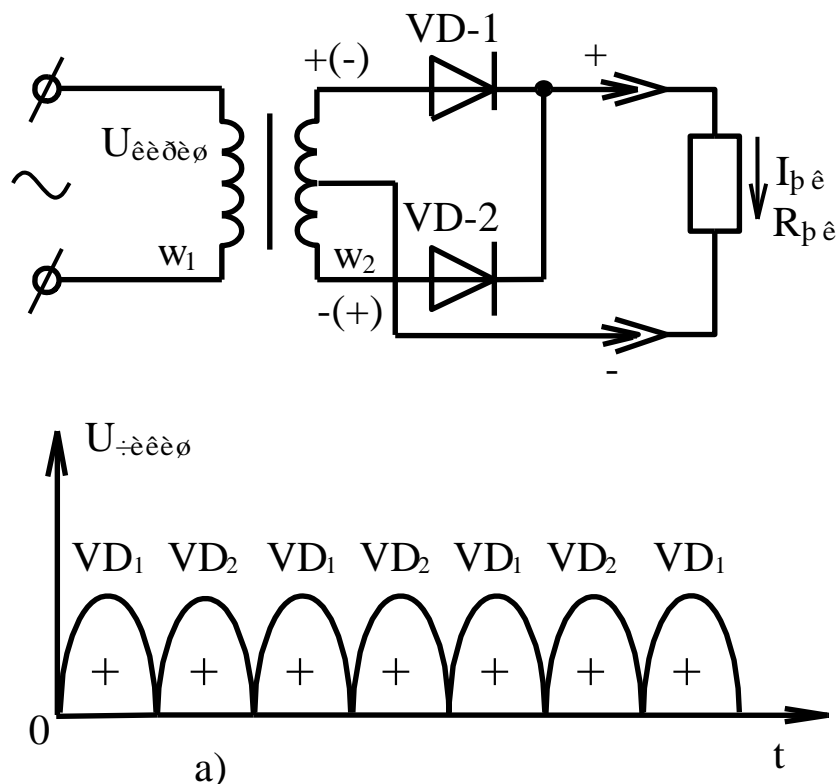
а) 1,5-даврли тўғрилагич чизмасидан фойдаланилса, уларнинг вазифаси ўзгарувчан токни бир дона ярим ўтказгичли диод ёрдамида тўғрилаш мумкин (1-расмга қаранг).



1-расмда Оддий 1,5-даврли тўғрилагич чизмаси ва кучланишни тўғриланган ҳолати (а).

Трансформаторнинг  $w_2$ -ғалтакдаги кучланишнинг қиймати ва қутблари тез-тез даврий равишда ўзгариб туради. Ғалтакни юқори қисмида мусбат потенциал бўлган пайтда диод ишлайди ва  $I_{тўғри}$  токни занжирдан ўтказди, аксинча ҳолат юз берганда юқори қисмида манфий қутб бўлганда диод ёпиқ бўлади, токни ўтказмайди ва занжирни элементларига  $U=0$  тенг бўлади. Тўғрилагич чиқишида частотаси 50 гц бўлган (элликта ярим давр ўтиш бир секундда содир бўлади).

б) 2,5-даврли тўғрилагич чизмасида эса иккита ярим ўтказгичли диод ишлатилади ва трансформаторни иккинчи ғалтагани ўрта нуқтасида уланади (2-расмга қаранг).

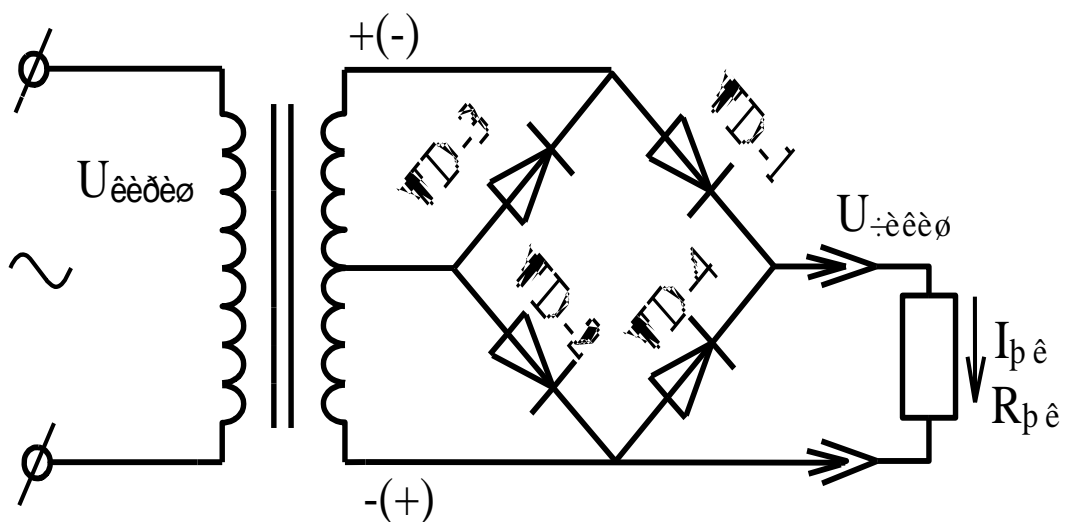


2-расмда 2,5-даврли тўғрилагич чизмаси вакучланиш тўғриланган ҳолати (б).

Трансформаторнинг иккинчи  $w_2$  ғалтагининг юқори ва пастки қисмида ярим ўтказгичли VD-1 ва VD-2 диод ўрнатилган, агар ғалтакнинг юқори қисмида қутб мусбат бўлса диод VD-1 очилади, ток ўтади. Бу пайтда пастки қисмидаги ғалтак учларига аманфий қутб бўлгани учун VD-2 диоди ёпиқ бўлади. Қутбларда заряд ишораси 1 секундда 50 марта ўзгаради, ҳар доим мусбат бўлган пайтда диодлар очилади, манфий бўлганда диодлар ёпилади. Ана шундай тартиб 2,5-даврли тўғрилагичлар ишлайди. Бу тўғрилагичларга чиқиш кучланиш частотаси  $f = 100$  гц гача ўзгариб туради. Бу хилдаги тўғрилагичлар ўқув-лабаратория ишлари бажарган пайтларда қўлланилади. Уларнинг турлари ВУ-4; ВУ-8; ВУ-10 деб ишлаб чиқарилади.

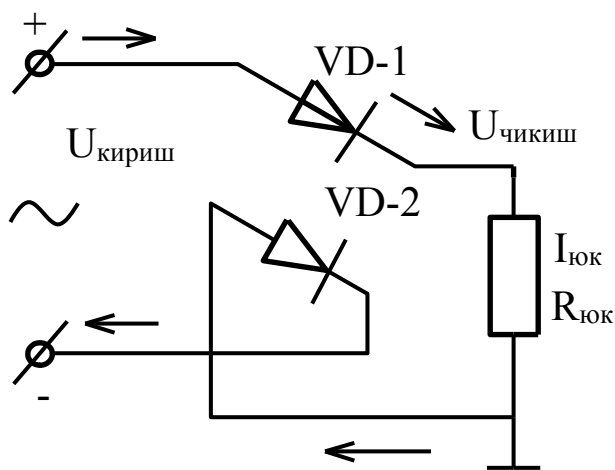
### 11.2. Бир фазали, кўприк чизмали тўғрилагичлар.

Бу турдаги тўғрилагичлар учун тўртта ярим ўтказгичли диодлар ишлатилади ва улар электр занжирга кўприк чизма усулида уланади (3-расмга қаранг).

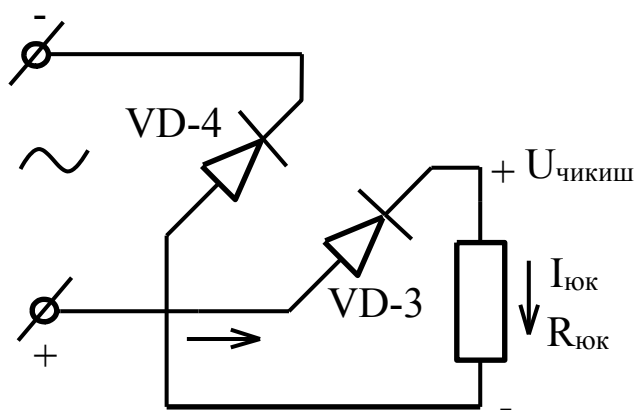


3-расмда кўприк чизма усулда 2,5-даврли тўғрилагич чизмаси келтирилган.

Ҳар бир ярим даврли токни олиш учун 2та VD-диод ишлайди. Уларни чизмаси билан танишамиз (4-расмга а) ва б) га қаранг).



а)



б)

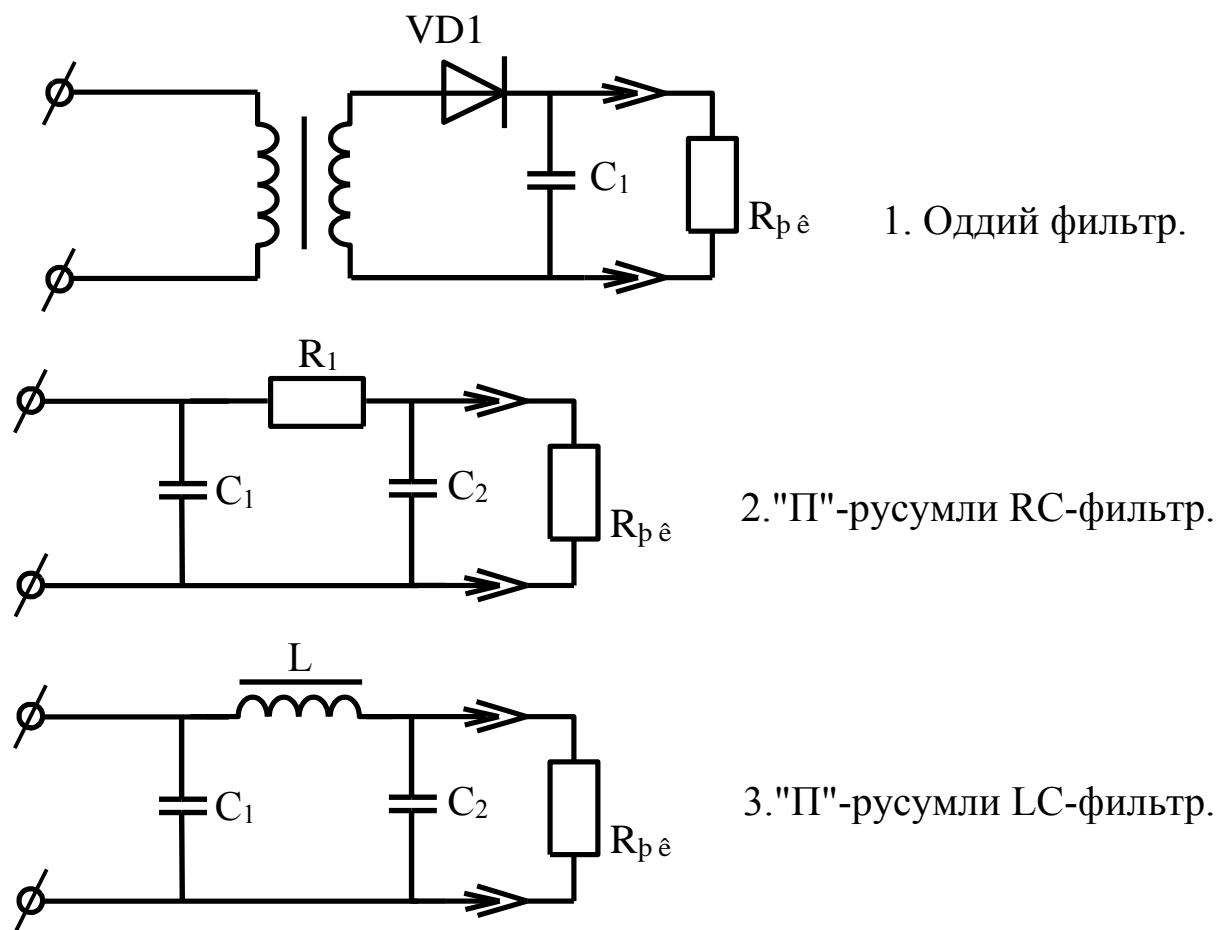
4-расм

Тўғрилагичнинг  $U_{\text{чиқиш}}$  жойида частотаси  $f = 100$  гц гача ўзгариб туради.

Бир фазали кўприк чизмали тўғрилагичлар энг кўп ўлланиладиган электрон қурилма бўлиб, иккиламчи ўзгармас электр манбаи сифатида ишлатилади. Уларни турлари ВУ-4; ЛИП-90; В-24 м билан тамғаланади.

Бир ва икки ярим даврли тўғрилагичларни чиқиш кучланиши ўзгармас бўлса ҳам лекин частотаси  $f = 50-100$  гц гача ўзгариб тургани учун, улардан электрон қурилмаларда бирданга иккиламчи манба сифатида фойдаланиб бўлмайди. Шунини ҳисобга олиб, тўғрилагич чиқиш жойида қўшимча оддий электр қийматли сифатли ростлаб бериш фильтри (тозалагич) ўрнатилади. Фильтрларнинг асосий элементлари бу конденсатор, ўзакли индуктив ғалтак (дроссел) ва резистордан иборатдир.

Қуйидаги чизмаларда электр фильтрлари турлари берилган (5-расм).



1. Оддий филтр.

2. "П"-русумли RC-филтр.

3. "П"-русумли LC-филтр.

5-расм.

1. Оддий филтрлар VD диод очилганда ток ўтади, иккига бўлинади. Тўғри юклама  $R_{\text{юк}}$  га боради ва  $C_1$  конденсаторни зарядлайди. Агар VD диод ёпиқ бўлса, конденсатор зарядсизланади ва юклама  $R_{\text{юк}}$  токни беради.

2. «П» русумли RC фильтри паст частоталарга яхши ишлайди,  $R_{\text{юк}}$  юклама токи ва  $C_1$  ва  $C_2$  конденсатор пластинкаларида кучланиш сезиларсиз ўзгаради.  $R_1$  резистор қиймати ва чегарасига таъсир қилмайди.

3. «П» русумли LC фильтри паст частоталарга жуда яхши ишлайди. Бу фильтрига жойлашган индуктив ғалтак қаршилиги юқори ва  $C_1$  ва  $C_2$  конденсатор билан бирга самарали ишлайди. Кейинги пайтда дроссел ўрнига транзисторлар ҳам қўлланиб келинмоқда. LC фильтрлар асосан осциллографлар электр чизмасига ишлатилади. Дросселдан, сиғимдан иборат фильтр, электр занжирларида паст частота режимда бенуқсон ишлайди ва электр импульсларни ўзгармас ҳолатда сақлаб етказиб беради. Фильтр ўрнатилмаган электр тўғрилагичлардан фойдаланиб бўлмайди.

### 11.3 Яқуний хулоса.

Электростанцияда ишлаб чиқариладиган электр энергия ўзгарувчан ток бўлиб улардан электроника соҳасида тўғридан-тўғри фойдаланиб бўлмайди. Ўзгарувчан токни дастлаб, ўзгармасга айлантириш керак, кейин уни параметрларини ростлаш керак. Талаб этилган, ўзгармас кучланиш ҳолатига келтириб кейин истеъмолчига тақсимлаш керак. Бу ишларни ҳаммасини ярим ўтказгичли тўғрилагичлар бажаради.

### Мавзунини мустаҳкамлаш саволлари.

1. Диоднинг асосий вазифаси нима?
2. Токнинг қандай даврий ўзгартириш мумкин?
3. Тўғрилагичлар ишлаш принципи?
4. Кўприк чизма асосида қурилган тўғрилагичларга изоҳ беринг?
5. тўғрилагичнинг электр чизмасини чизинг?
6. Электр фильтрлар нима учун керак?
7. Фильтрлар турига изоҳ беринг?
8. Ўзгармас ток қайси соҳаларга ишлатилади?
9. Электроника нимани ўргатади?
10. Кўприк чизмали тўғрилагичнинг электр чизмасини чизиб тушунтириб беринг?



## 12-мавзу: Актив қаршилик “R” ва “ R-L” юкламага ишловчи бир ва уч фазали бошқарилмайдиган ва бошқарилувчан тўғрилагич чизамлари.

Режа:

12.1. Умумий маълумотлар.

12.2. Бошқарилмайдиган тўғрилагичлар.

12.3. Бошқариладиган тўғрилагичлар.

### Таянч сўзлар ва иборалар;

Актив қаршилик-R ; Индуктивлик-L; бир фазали, уч фазали қийматлар; диодлар, ярим ўтказгичлар ва кўприксимон диодлар.

Адабиётлар.3.6.9.10.11.12.

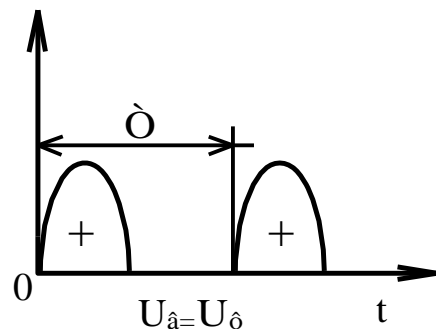
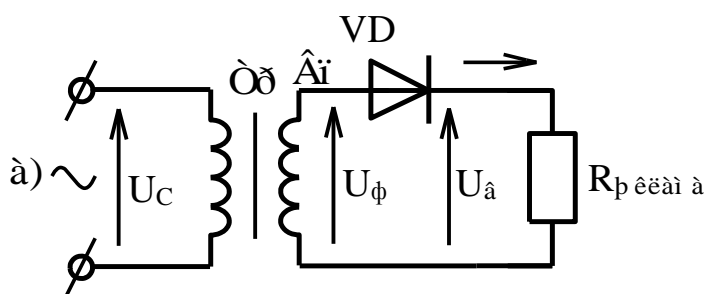
### 1.Умумий маълумотлар.

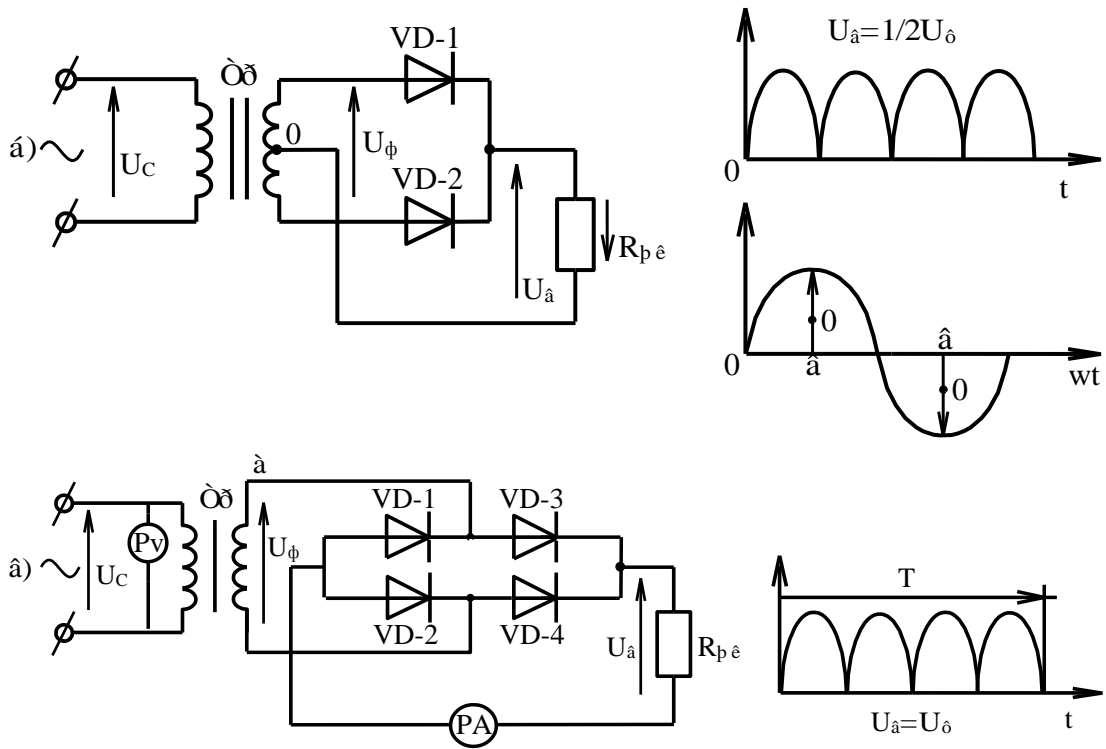
Бир фазали ва уч фазали ўзгаручан токни ўзгармас токка тўғрилаш учун мўлжалланган бошқариладиган тўғрилагичларни турли чизмаларда улаш мумкин. Тўғрилагичлар германий, кремний элементларидан тайёрланади, ярим ўтказгичлиларни электрни бир йўналишда ўтказиш хоссасига ва токнинг қўйилган кучланишига пропорционал бўлганлигига асосланган. Кейинги йилларда германийли ва кремнийли диод (тўғрилагич)лар ишлаб чиқилган. Ҳозирги вақтда фойдали иш коэффициенти 99%га етадиган германийли диодлар ишлаб чиқилган. Диодларнинг баъзи турлари тўғри кучланиши 1 В бўлганда бир неча юз Амперга токка йўл қўяди. Тўғрилагич сифатида ишлайдиган бундай диодлар энергияни кам исроф қилиши (Ф.И.К. юқори бўлиши) сабабли катта юкламаларда қизимайди ва совитувчи радиаторларга муҳтож бўлмайди.

Кейинги йилларда Ф.И.К.-98% гача, ишчи кучланиши 1000 Вдан юқорироқ, ток зичлиги  $300 \text{ а/см}^2$  бўлган кремнийли тўғрилагичлар ишлаб чиқилган.

Аниқлик киритиш мақсадида бир фазали ва уч фазали тўғрилагичлар чизмалари билан танишамиз.

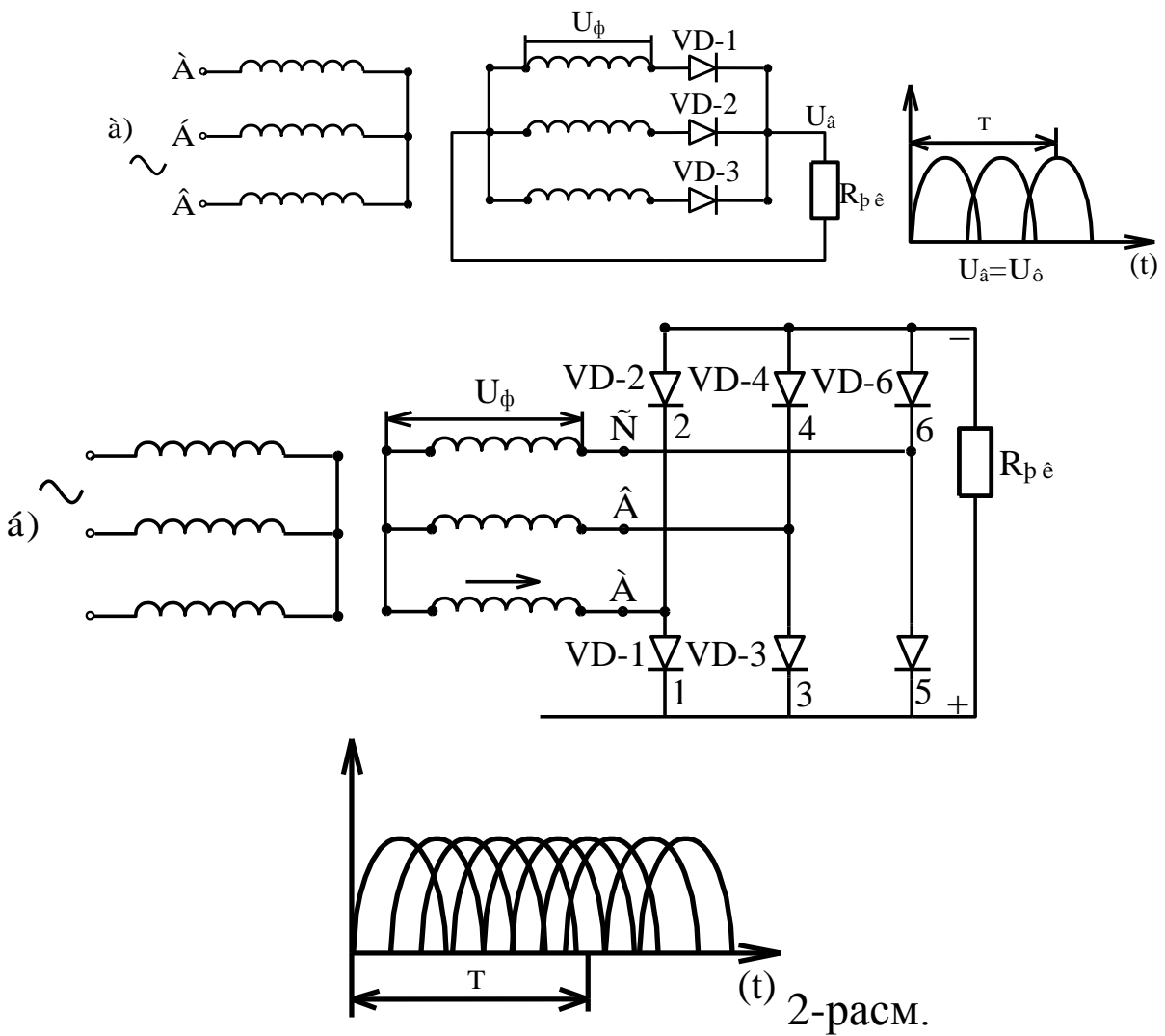
Бир фазали тўғрилагичлар.





1-расм.

Уч фазали тўғрилагичлар.



2-расм.

$$U_e = U_l = \sqrt{3}U_\phi$$

## 2. Бошқарилмайдиган ва бошқариладиган тўғрилагичлар.

Бир фазали тўғрилагичлар (1-расм)га келтирилган а) чизма. Бир фазали токнинг битта даврли бошқарилмайдиган тўғрилагич чизмаси.

Тўғриланадиган ўзгарувчан ток кучланиши трансформаторлардан олинади. Юклама трансформаторларнинг иккиламчи ғалтагидан  $V_n$ -тўғрилагич билан кетма-кет уланади. Бошқарилмайдиган тўғрилагич токни оқими юқоридан пастки томонга бир текис оққанда потенциалга эга бўлади, ўзгарувчан токнинг ярим тўлқини томонида ўтказди. Кучланишнинг пастки ярим амплитудаси юклама орқали ўтадиган токни вужудга келтирмайди, бошқарилмайдиган тўғрилагичнинг тескари қаршилиги жуда каттадир. “б” ва “в” чизмалар.

Бир фазали ток чизмасидаги бошқарилмайдиган тўғрилагичнинг икки ярим даврли чизмаси келтирилган. Иккиламчи чўлғамнинг О ўрта нуқтасидан тўғриланган токни занжирнинг бир қутби чиқарилган чўлғамнинг энг четки “а” ва “б” ўрамларининг учлари навбатма-навбат иккинчи қутб бўлади. Ҳақиқатга эса бу чизма кучланишнинг ярим тўлқинининг йўналишига қараб навбатма-навбат ишлайдиган бир ярим даври бошқарилмайдиган тўғрилагичдан иборат бўлади.

Кучланишнинг ярим тўлқини мусбат бўлганда юқоридаги ўрамлар ўртадаги ўрамлар (ўрта нуқта)га нисбатан мусбат потенциалга, ўртадаги ўрамлар эса пастки ўрамларга нисбатан мусбат потенциалга эга бўлади. Кучланиш вектори тенг иккига бўлинади ва унинг О нуқтадаги “а” нуқтагача бўлган юқоридаги ярим тўғриланади. Ток 0 нуқта – юқоридаги ўрамлар –1 тўғрилагич юклама 0 нуқта орқали ўтади. Манфий ярим давр 0 нуқтанинг потенциали В нуқтага нисбатан манфий бўлади. Айни вақтда 0 нуқта А нуқтага нисбатан мусбат потенциалга эга бўлади. Бу тўғрилагич асосан кўрик чизма усулида бўлгани учун афзалликка эга, техникада кўп қўлланилади.

Уч фазали токни тўғрилаш чизмаси.

2-расм а) ва б) га келтирилган.

а)-расмда. Ҳар фазада битта ярим даврли тўғрилагич ишлайди. Фазалар  $120^\circ$ га силжигани сабабли тўғриланган токнинг ярим тўлқинлари бир-бирини қоплайди ва пульс тарорланиши камаяди.

б) расмда. Ҳар фазада иккала ярим тўлқин тўғриланади, чунки бу ерда иккита ярим даврли тўғрилаш юз беради. тўғрилагичлардан тузулган кўприкка тармоқ кучланиши берилади. Даврнинг ҳар қайси

олтидан бир қисми давомида тўғриланган токнинг занжирида фазалар бирининг тўғриланган кучланиши таъсиридан ток ўтади.

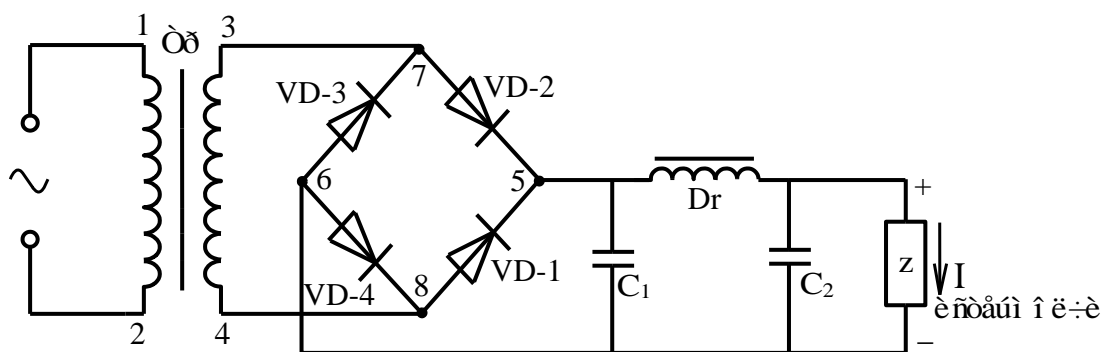
б) чизмани ишлаш принципи кўриб чиқамиз. 1-туғунда А фазани оний кучланиши максимал бўлади. Юклама занжирида ток А фаза-1 тўғрилагич (диод) юклама-4 ва 6 тўғрилагич (диод)-В ва С фазалар-чўлғамининг ноль нуқтаси А фазадан иборат занжир орқали ўтади. Ана шундай тартибда ўзгарувчан ток ўзгармас токка айлантирилади.

Уч фазали ўзгармас тоқлар, ўзгармас ток двигателлари учун асосий электр манбаси бўлиб хизмат қилади. Барча электр энергия ишлаб чиқариш корхоналари уч фазали ўзгарувчан ток электр энергияси ишлаб чиқаради ва улар махсус қурилмалар ёрдамида истеъмолчиларга юборилади. Саноатнинг шундай сахалари борки, ўзгарувчи токни тўғридан-тўғри қабул қилмайди, уларга ўзгармас ток керак, шунга мувофиқ уларни эҳтиёжини қондириш учун уч фазали тўғрилагичлар ёрдамида ўзгармас ток олиниб етказиб берилади. Кимё саноати, қора ва рангли металл ишлаб чиқариш корхоналари, транспотр ва алоқа соҳасининг озукаси бўлмиш уч фазали ўзгармас ток электр энергияси бўлмаса электр энергияси бўлмаса, бу соҳаларда иш тўхтаб қолади.

Ўзгармас ток энергиясини олиш учун ток ўзгартиргичлар (преобразователлар) ва тўғрилагичлар (выпрямителлар) керак. Бу қурилмаларда ярим ўтказгичли диодлар ва ўзгартиргич мосламалар қўлланилади.

Ўзгармас ток олиш усулида энг кўп кўприк усулидаги комбинациялашган электр кўприк чизмалар ишлатилади. Кўпчилик холларда ярим ўтказгичли тўғрилагичлар кўприк чизмаси бўйича йиғилади. Уларни чизмаси қуйидаги расмда берилган.

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



3-расм.

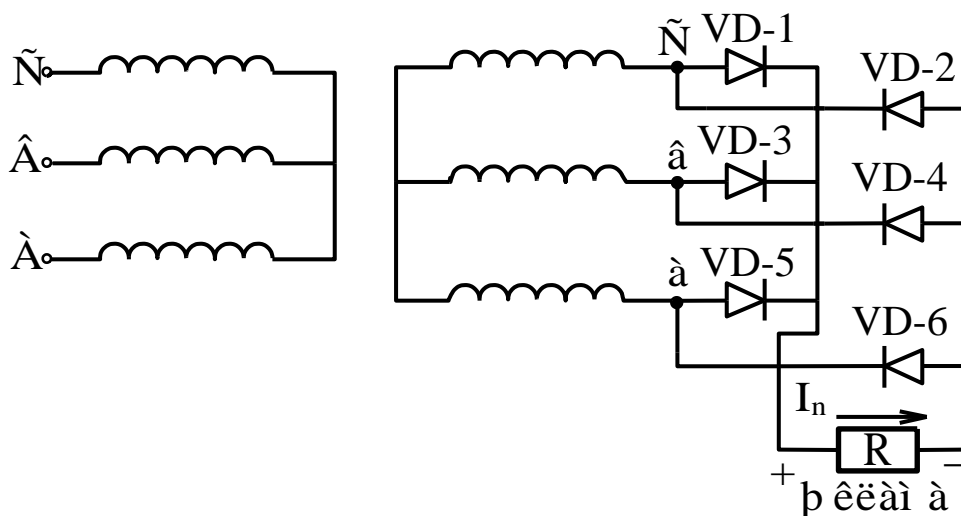
Бошқарилмайдиган тўғрилагич чизмаси (3-расм) трансформаторлар чўлғамининг 3-нуқтасида биринчи ярим даврда мусбат потенциал, 4-нуқтасида манфий потенциал бўлсин деб фараз қилайлик. Бу вақтда электр токи 3-нуқтадан 7-нуқтада VD<sub>2</sub>-тўғрилагич, 5-нуқтадан истеъмолчига, 6-нуқтадан ва VD<sub>4</sub>-тўғрилагич орқали иккиламчи чўлғамнинг 4-нуқтага боради.

Иккинчи ярим даврда трансформаторнинг иккиламчи чўлғамининг 3-нуқта ва 4-нуқталарида потенциал ишораси (кутби) ўзгаради: 3- нуқтада манфий потенциал, 4-нуқтада мусбат потенциал бўлади. У вақтда ток 4-нуқтадан 8-нуқта VD<sub>1</sub>-тўғрилагич, 5-нуқтадан эса истеъмолчи (биринчи ярим давр давомидаги йўналишда) 6-нуқта VD<sub>3</sub>-тўғрилагич ва 7-нуқта орқали 3-нуқтага ўтади. Ҳар бир ярим давр давомида истеъмолчи орқали айна бир йўналишдаток ўтиб туради. Кўприкли чизманинг ўзгарувчан токни икки ярим даврли одатдаги тўғрилагич чизмасига нисбатан афзал томонлари ҳақида чуқур тушунча бериш керак.

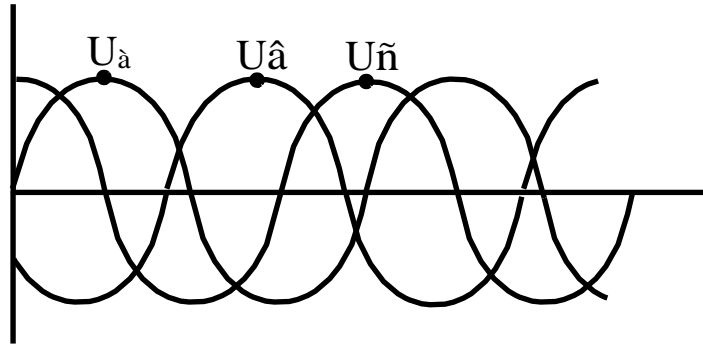
Уч фазали токни иккита ярим даврли тўғрилаш чизмаси ва тўғриланган токни жадвали 2-расмда келтирилган. Айрим фазалардаги ток ва кучланишларни тўғрилаш қуйидагича амалга оширилади. Трансформаторнинг иккиламчи чўлғамидаги фаза кучланишлари бир-бирига нисбатан  $\frac{2\pi}{3}$  бурчакка силжиган.

$$U_a = U_m \sin \omega t; \quad U_b = U_m \sin \left( \omega t - \frac{2\pi}{3} \right);$$

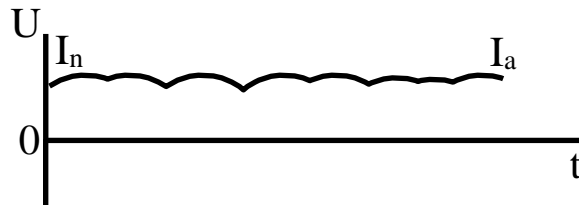
$$U_c = U_m \sin \left( \omega t + \frac{2\pi}{3} \right);$$



4-расм.



5-расм.



6-расм.

5-расмдаги синусоидаллар мусбат ярим тўлқинлардаги максимумлар даврининг уядан бир қисмида алмашиб туради. Шу вақт ичида бир томонлама ҳаракатланувчи  $i_a; i_b; i_c$  тоқлар ҳосил бўлади. Бошқарилмайдиган кучланишни ўртача қиймати қуйидагича аниқланади:

$$U_{\text{ўпм}} = U_{\text{мўғ}} = \frac{1}{T/3} \int_{t_1}^{t_2} U dt \quad \text{ёки}$$

$$U_{\text{ўпм}} = \frac{3}{T} \int_{T/12}^{5\pi/12} U dt = \frac{3}{\omega T} \int_{\pi/6}^{5\pi/6} U_m \sin \omega t d\omega t = \frac{3\sqrt{3}U_m}{2\pi} = \frac{3\sqrt{6}U}{6,28} = 1,17U$$

$$I_{\text{мўғри}} = \frac{U_{\text{мўғ}}}{R_u} = \frac{1,17U}{R_u};$$

Ҳар бир диод даврдан учдан бир қисмида узлуксиз ишлайди, бошқа вақт эса ёпиқ ҳолатда бўлади.

### Мавзунинг мустаҳкамлаш саволлари.

1. Ўзгарувч ан ток қандай ўзгармас токка айлантирилантирилади?
2. Тўғрилагичлар учун нега германий ва кремний элеиентлари танланган?
3. Диодларни Ф.И.К. неча фоизга чиқарилган?

4. Бошқариладиган ва бошқарилмайдиган диодлар фарқи?
5. Бир фазали тўғрилагич чизмасини чизиб изохлаб беринг?
6. Уч фазали тўғрилагичларни тушунтириб беринг?
7. Занжирдаги  $U_a = U_m \sin \omega t$  нимани билдиради?
8. Ўзгарувчан токни фойдаланиш соҳаси?
9. Истеъмолчиларга ўзгармас ток нима учун керак?
10. Электроника фани нимани ўргатади?

### 13-Мавзу: Электрон кучайтиргич турлари.

Режа:

- 13.1. Умумий маълумот
- 13.2. Кучайтиргич тавсифи.
- 13.3. Транзисторларда қурилган бир каскадли кучайтиргичлар.

#### Таянч сўзлар ва иборалар.

Термоэлектрон эмиссия, каскад, транзистор, P-N-P ўтказувчанлик класификация, биполяр ва майдон транзисторлари.  
Адабиётлар 1.4.8.9.10.

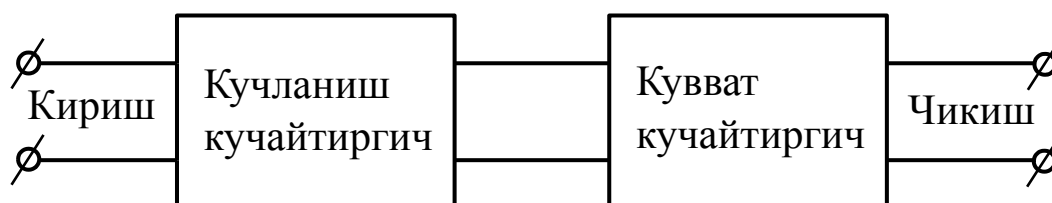
#### 13.1. Умумий маълумот.

Хосил қилинган электр тебранишларни кучайтириш жуда муҳим технологик жараён дир. Ўзаро алоқада электротехниканинг энг муҳим масаласи ҳам шу кучайтириш жараёнига боғлиқ.

Электрон лампали ва транзисторли кучайтиргичларнинг иши вакуумли лампаларда бошқарувчи тўр ва транзисторларда электр тебранишларни кучайтириш хоссасидан фойдаланишга асосланган. Электрон лампали кучайтиргичларни ўрганишда, даставвал уч электродли электрон лампани ишлаш принципини яхши ўрганиш керак. Электр тебранишларни кучайтирувчи қурилма паст частотани кучайтиргичлар (ПЧК) дейилади. Одатда частотаси  $f=50\text{Гц}-12\text{кГц}$  гача бўлган частоталар паст частоталар деб қабул қилинган. Уларни блок чизмаси 1-расмда кўрсатилган.

Паст частотали кучайтиргич бир каскадли ёки кўп каскадли бўлади. Уларнинг асосий вазифаси занжирдаги кучланиш ва қувватни кучайтиришдан иборат. Бундай турдаги кучайтиргичларни электрон

лампалар, транзисторлар, магнит элементлар ва бошқа интеграл микроцизмалар ёрдамида кўриш мумкин.



1-1-расм. Паст частотали кучайтиргич.

Кучайтиргич кўрсаткичлари.

1. Кучайтириш коэффициенти
  2. Кучайтириладиган частота оралиғи
  3. Кириш кучланиши (сезгирлиги)
  4. Кучайтиргичнинг чиқиш қуввати
  5. Фойдали иш коэффициенти
  6. Сигнални тўғри чиқиши ёки бузилиши
- Кучайтириш коэффициенти “К” билан белгиланади.

$$K = \frac{U_r}{U_k}; \quad K = \frac{I_r}{i_k};$$

бу ерда  $U_k$  -Кучайтириш кириш кучланиши (в)

$U_r$  - Кучайтириш чиқиш кучланиши (в)

$I_r$  -Кучайтириш чиқиш токи (а)

$i_k$  -Кучайтириш кириш токи (а)

### 13.2. Кучайтиргичлар тавсифи.

Автоматик бошқариш тизимлари, радиотехника, радиолокация ва бошқа тизимларда кичик қувватли сигналларни кучайтиргичлардан фойдаланилади.

Кичик қувватли ўзгарувчан сигналнинг параметрларини бузмасдан доимий кучланиш манбаининг қуввати ҳисобига кучайтириб берувчи қурилма кучайтиргич деб аталади. Кучайтиргич қурилмаси кучайтирувчи элементи, резистор, конденсатор чиқиш занжиридаги доимий кучланиш манбаи ҳамда истеъмолчидан иборат. Битта кучайтирувчи элементи бўлган занжир каскад деб аталади. Кучайтирувчи элемент сифатида қандай элемент ишлатилишига қараб кучайтиргичлар электрон, магнитли ва бошқа хил турларга бўлинади. Иш режимига кўра улар чизиқли ва ноизиқли кучайтиргичларга бўлинади. Чизиқли иш режимида ишловчи кучайтиргичлар кириш



сигнали шаклини узгартирмасдан кучайтириб беради. Чизикли бўлмаган иш режимида ишловчи кучайтиргичларда эса кириш сигнали маълум кийматга эришганидан сўнг чиқишдаги сигнал ўзгармайди. Чизикли режимда ишлайдиган кучайтиргичларнинг асосий тавсифи, амплитуда частота тавсифи (АЧТ)дир. Бу тавсиф бўйича кучайтириш коэффициентини модули частотага қандай боғликлигини кўрсатади. АЧТсига кўра чизикли кучайтиргичлар товуш частоталар кучайтиргичи (ТЧК), қуйи частоталар кучайтиргичи (ҚЧК), юқори частоталар кучайтиргичи (ЮЧК), секин ўзгарувчан сигнал кучайтиргичи ёки ўзгармас ток кучайтиргичи (ЎТК) ва бошқаларга бўлинади.

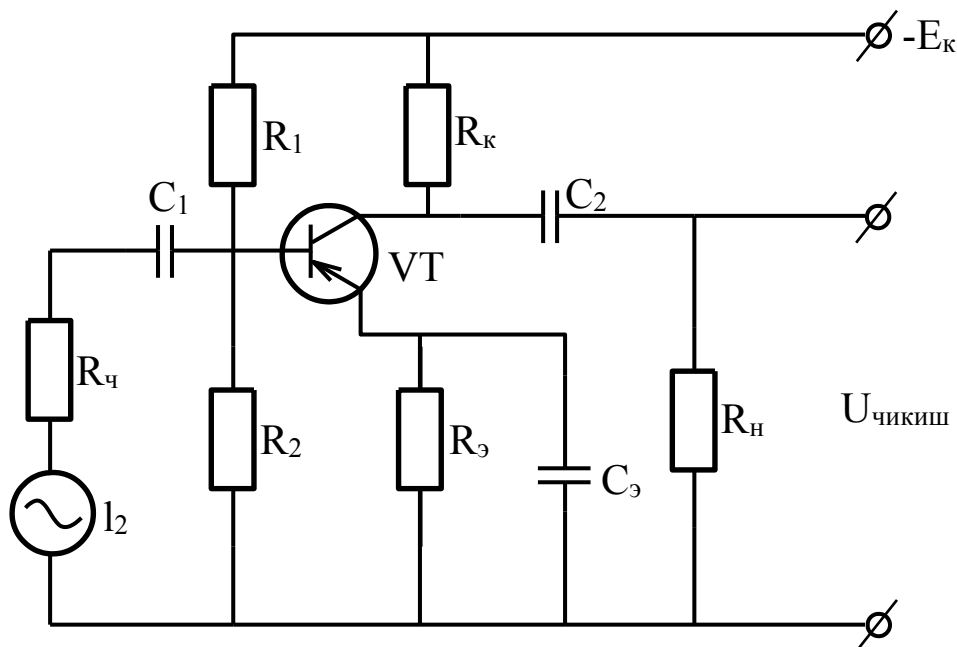
### 13.3. Транзисторларда қурилган бир каскадли кучайтиргичлар.

Ҳозирги вақтда кенг тарқалган кучайтиргичларда кучайтирувчм элемент сифатида икки қутбли ёки бир қутбли транзисторлар ишлатилади. Кучайтириш қуйидагича амалга оширилади.

Бошқариладиган элемент (транзистор)нинг кириш занжирига кучланиш ( $U_{кир}$ ) берилади ва кириш токи ( $I_{кир}$ ) ҳосил бўлади. Кичик кириш токи чиқиш занжиридаги токда ўзгарувчан ташкил этувчини ҳамда бошқариладиган элементнинг чиқиш занжирида кириш занжиридаги кучланишдан анча катта бўлган ўзгарувчан кучланиш ҳосил қилади. 1-расмда умумий эмитторли (УЭ) кучайтириш каскадининг чизмаси ҳамда кириш ва чиқиш тавсифлари кўрсатилган. Кучайтириш каскадлари УЭ, УБ, УК чизмалар бўйича йиғилади. Умумий коллекторли (УК) чизма ток ва қувват бўйича кучайтириш имкониятига эга. Бунда  $k_{u \leq 1}$  чизмага асосан, каскаднинг юқори чиқиш қаршилигини истеъмолини аниқлаш лозимдир. Транзисторли кучайтиргичнинг чизмасини кўриб чиқамиз.

Бу кучайтиргич токни ҳам, кучланишни ҳам кучайтириш имкониятига эга. Кучайтириш каскадининг асосий занжири транзистор (VT); қаршилиқ  $R_k$  ва манба  $E_k$  дан иборат. Қолган элементлар ёрдамчи сифатида ишлатилади.  $C_1$  конденсатор кириш сифимини ўтказмайди, транзистор базаси  $U_{\sigma}$  ва  $R_2$  қаршилиқка боғлиқ бўлмайди.

Конденсатор  $C_2$  истеъмомолчи занжирига чиқиш кучланишнинг ўтказиш учун хизмат қилади.  $R_1$  ва  $R_2$  резисторлар кучланиш булиб туриб каскаднинг бошланғич ҳолатини таъминлаб беради.



✓ Каскаднинг чиқиш кучланиши  $U_{чикиш}$

$$U_{чик} = i_k \cdot R_u$$

✓ Каскаднинг кириш кучланиши.

$$U_{кир} = i_{\bar{o}} \cdot R_{кир}$$

бу ерда  $R_{кир}$  -транзисторнинг кириш қаршилиги.

Ток  $i_u \geq i_{\bar{o}}$  ва қаршилиқ  $R_u \geq R_{кир}$  бўлгани учун чизмани чиқиш жойида кучланиш анча катта.

Кучайтиргичнинг кучланиш бўйича кучайтириш коэффициентини  $K_u$  қуйидагича аниқланади.

$$K_u = \frac{U_{чик\ max}}{U_{кир\ max}};$$

ёки гармоник сифимлар учун

$$K_u = \frac{U_{чик}}{U_{кир}};$$

Каскаднинг ток бўйича кучайтириш коэффициентини:

$$K_i = \frac{I_{чик}}{I_{кир}};$$

Кучайтиргичнинг қувват коэффициентини.

$$K_p = \frac{P_{чик}}{P_{кир}};$$

$P_{чик}$  -истеъмолчига бериладиган қувват.

$P_{кир}$  -кучайтиришга кирадиган қувват.

Кучайтиргич катталиклари логарифмик қиймати - децибеллда ўлчанади.

$$Ku(ДБ)=20lgKu \quad \text{ёки} \quad Ku = 10^{\frac{Ku(ДБ)}{2}};$$

$$Ki(ДБ)=20lgKi \quad \text{ёки} \quad Ki = 10^{\frac{Ki(ДБ)}{2}};$$

$$Kp(ДБ)=20lgKp \quad \text{ёки} \quad Kp = 10^{\frac{Kp(ДБ)}{2}};$$

Инсон қулоғининг товушни сезиш сезгирлиги сигнали  $K=1дБ$  га монелиги ҳисобга олиб, шу ўлчов бирлиги киритилган.

Транзисторли кучайтиргич кучайтириш коэффициентини ўзига мос келадиган параметрга эга.

1. Кучайтиргични чиқиш қуввати

$$P_{чик} = \frac{U_{чик\max}^2}{R_u};$$

2. Кучайтиргични фойдали иш коэффициенти.

$$\eta = \frac{P_{чик}}{P_{ум}};$$

бу ерда  $P_{ум}$  -мавжуд бўлган барча манбаларда сарф бўлган қувват.

3. Кучайтиргичнинг динамик диапазони.

$$D = 20lg \frac{U_{кир\max}}{U_{кир\min}};$$

4. Частотанинг бузилиш коэффициенти.

$$\mu(f) = \frac{Ku_o}{Ku_t};$$

5. Чизиқли бўлмаган бузилишлар коэффициенти “ $\gamma$ ” қуйидаги ифода билан топилади.

$$\gamma = \frac{U^2 m_{1чик} + U^2 m_{2чик} + \dots + U^2 m_{nччи}}{Um_{чик}};$$

а) Сифатли кучайтиргич учун  $\gamma \leq 4\%$

б) Телефон алоқалари учун  $\gamma \leq 15\%$

кучайтиргичнинг шовқин даражаси-шовқин кучланишининг кириш кучланишига нисбатига айтилади.

Транзисторли кучайтиргичлар амплитуда, частота ва амплитуди-частота тавсифи билан баҳоланади.

### **Мавзунини мустаҳкамлаш саволлари.**

1. Электр тебранишлар қандай ҳосил қилинади?
2. Термоэлектрон эмиссия ҳодисаси деб нимага айтилади?
3. Кучайтиргичларни мавжуд бўлган турлари?
4. Уч электродли электрон лампани тушунтиринг.
5. Вакуумли лампаларда тўрни вазифаси?
6. Транзисторли кучайтиргичлар чизмасини чизинг.
7. Кучланиш нега кучайтирилади?
8. Қувват нега кучайтирилади?
9. Децибелл кайси катталикни бирлиги?
10. Кучайтиргич коэффициентларига изоҳ беринг.

## **14-мавзу: Кучайтиргичнинг иш режимини танлаш, кўп каскадли кучайтиргичлар, улар орасидаги боғланиш.**

Режа:

- 14.1. Кучайтиргич турлари ва ишлаш режими.
- 14.2. Ўзгарувчан сигналлар кучайтиргични танлаш.
- 14.3. Кўп каскадли кучайтиргичлар.

### **Таянч сўзлар ва иборалар.**

Каскад, электрон кучайтиргич, электр тебраниш транзистор, тиристор, тебраниш контури, кучайтиргич турлари, электр сигналлари.

Адабиётлар; 1. 3. 5. 7. 9.

### **14.1. Кучайтиргич турлари ва ишлаш режими.**

Ўзаро алоқа қилиш воситаларида электромагнит тўлқинлар тури кенг ишлатилади. Ана шу мақсадларни амалга ошириш учун электр тебранишларни кучайтириш, тарқатиш, қабул қилиш жуда муҳимдир. Яқин ўтмишда бу ишни вакуумли электрон лампалар бажарар эди, ҳозир электр тебранишларни кучайтириш учун транзисторлар кенг ишлатилади. Ишлатиш соҳасига қараб кучайтиргичлар қуйидаги турларга бўлинади.

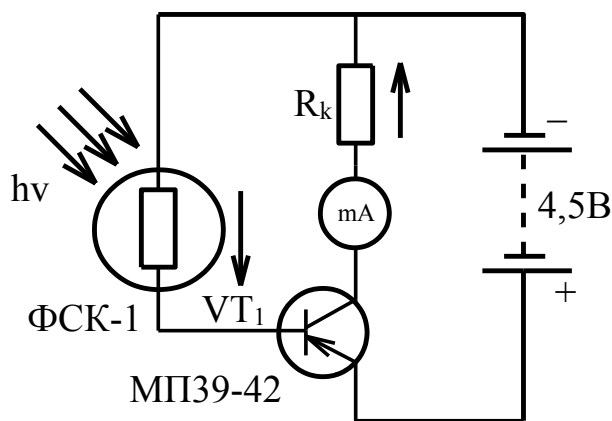
- ✓ Ўзгармас ток кучайтиргичи;
- ✓ Паст частотали кучайтиргичлар;
- ✓ Кенг қамровли кучайтиргичлар;

Ҳар бир тур кучайтиргич маълум бир катталиқни параметрларини кучайтириб беришга мўлжалланган. Кучайтиргичларни ҳар бирини алоҳида таҳлил қиламиз!!!

✓ Ўзгармас ток кучайтиргичи;(ЎТК). Бу кучайтиргичлар секин ўзгарувчан частотаси  $f=0$  Гц ÷ 18 Гц сигналларни кучайтириб беришга мўлжалланган. Тиббиёт соҳасида ишлатиладиган электр асбоблар ва узатгичлар ёрдамида кичик сигналларни кучайтиришга, ҳамда амалий ишларда фотоузатгич, термоузатгич ва шу кабиларни кучсиз, сезиларсиз сигналларни кучайтиради. Бу кучайтиргичларни юклармаси электромагнит реле, чўлғамли лампа ва электр ўлчов асбоблари киради.

✓ Паст частотали кучайтиргичлар;(ПЧК). Бу кучайтиргичлар асосан товуш частотаси  $f=16$ Гц ÷ 20кГц бўлган товуш сигналларни кучайтиради. Бу кучайтиргич радиотехникада, товушни кучайтириш соҳаларида кенг ишлатилади. Товуш частотасини қабул қилувчи манбалар, микрофон, магнит каллак (галовка) ҳамда радио ва телевидения қурилмаларини сигнал кириш жойлари (антенна уланадиган жой). Кучайтиргичнинг юклармаси, радиокарнай, телефон, магнитофон товушни ёзиб олиш қурилмаси, осциллограф ва бошқа электрон қурилмалар.

✓ Кенг қамровли кучайтиргичлар;(КҚК). Бундай русумдаги кучайтиргичлар кенг спектрли частоталарни кучайтириш учун мўлжалланган. Масалан осциллографлар ёрдамида тадқиқ этиладиган кенг қамровли сигналлар, ёки ўта юқори частотали (СЧВ диапазон)ли сигналларни талаб этилган даражада кучайтириб беради. Дециметрли тўлқинларда (ДМВ)да ишлайдиган барчателевидения қурилмаларига фойдаланилади. Барча турдаги кучайтиргичларни асосий тавсифи кучланишни, ток кучини, ва қувватни кучайтириш коэффициентлари ҳисобланади. Кучайтиргичнинг асосий электрон қурилмаси бу –транзистордир. Оддий ўзгармас ток (фототок)ни транзистор ёрдамида кучайтиришни кўриб чиқамиз. (1-расм).

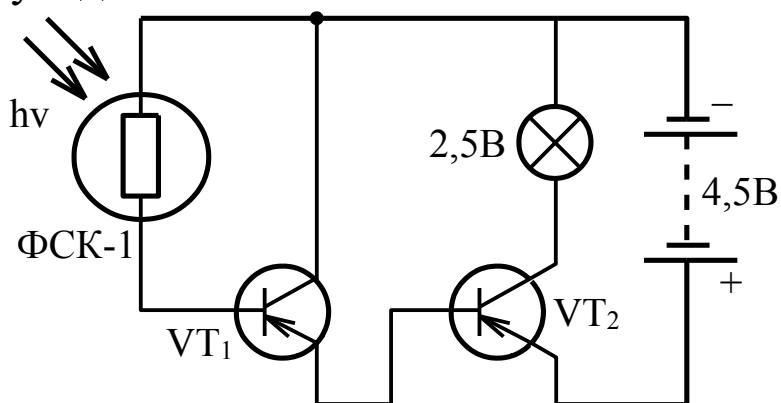


1-расм.

Тушунча берамиз! Фоторезистор ФСК-1 транзистор базасига уланган.  $h\nu$  – ёруғлик энергияси фоторезистор сиртига тушганда, резистор очилади ва базага  $I_б$  ток келади. Транзистор ишга тушади. Ёруғлик энергиясининг ўзгариши, транзистор база токини ўзгаришига, ўз навбатида коллектор токи  $I_к$  ҳам кучаяди. Транзисторни кучайтириш тартиби ана шундай жараёнда содир бўлади. Транзисторнинг статик коэффициенти-В базадаги ток билан ўзаро боғлиқлиги куйидаги ифодада кўрсатилган.

$$B = \frac{I_K}{I_б} \quad \text{ёки} \quad I_K = B \cdot I_б$$

Турли хил транзисторлар қўлланилишни ҳисобга олсак уларни статик коэффициенти  $B=10$ дан ÷  $100$ гача ўзгаради. Бу коэффициент ўзгарувчан бўлиб транзистор базасини токини ўзгаришига қараб ўзгаради. Транзисторнинг коллектор токини ошириш зарур бўлиб, бошқа бир транзисторли кучайтиргичдан фойдаланса бўлади.



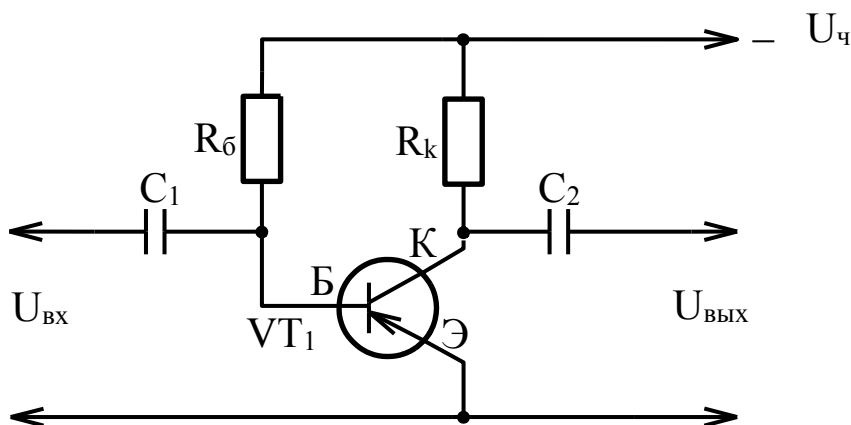
VT<sub>1</sub> ва VT<sub>2</sub> МП39-42

2-расм.

Икки каскадли кучайтиргич (2-расм) ишлаш режими куйидагича.  $VT_1$ - транзисторга тушган ёруғлик  $h\nu$  – энергияси ҳисобидан база токи ошади, шуни ҳисобидан иккинчи  $VT_2$ - транзистор занжиридаги ток ҳам ошади. Коллектор ва эмиттер занжиридаги юкламалар транзисторли кучайтиргични режимини ҳам ўзгартириб юборади.

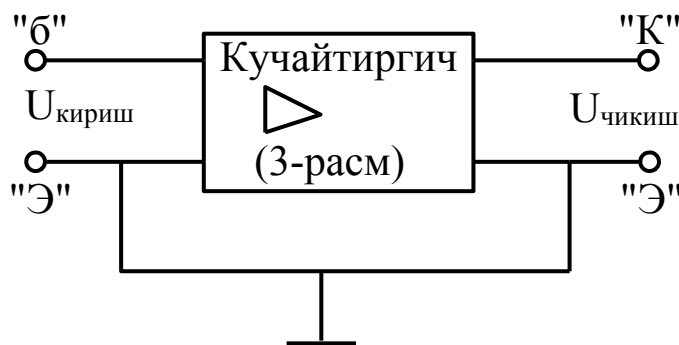
### 14.2. Ўзгарувчан сигналлар кучайтиргични танлаш.

Ўзгарувчан сигналларни кучайтирадиган оддий кучайтиргични чизмасини кўриб чиқамиз.



3-расм

Бундай чизмалар жуда кўп тарқалган ва “умумий эмиттер” чизмаси деб юритилади. Кучайтиргичнинг кириш ва чиқиш занжири ҳам “умумий эмиттер” усулида улангандир.



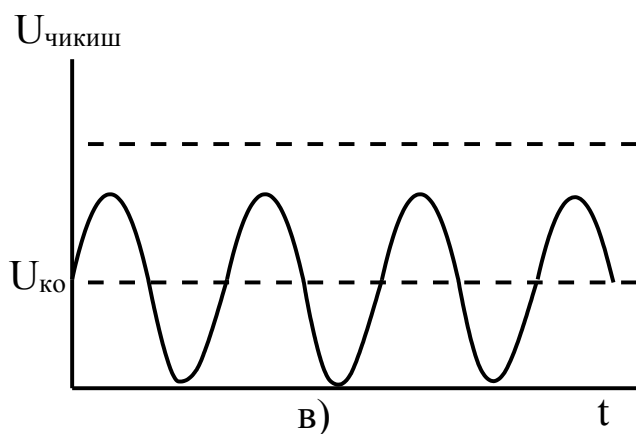
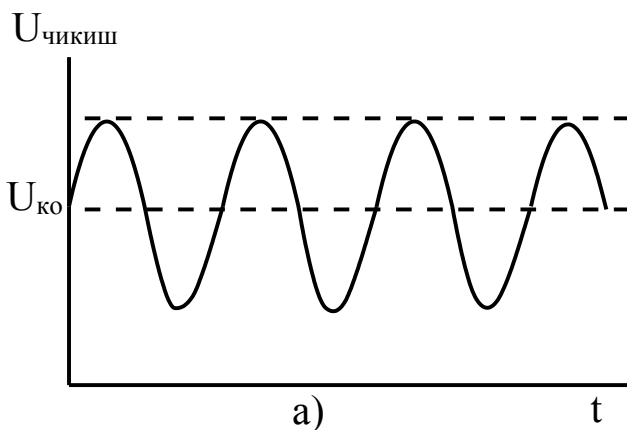
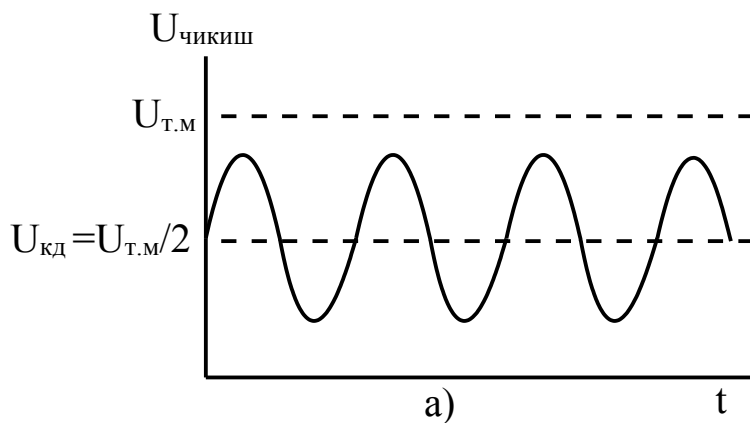
4-расм.

Кучайтиргични режимини таъминлаш учун юклама сифатида  $R_k$  учун коллекторга белгиланган ўзгармас ток берилади.

Агар кучайтиргичга кириш қисмида ўзгарувчан кучланиш берсак транзистор базаси ва коллекторнинг токи ўзгаради. Агар кириш кучланиши эмиттер ва базанинг потенциаллар фарқини

камайтирса транзистор ёпилади, ток ўтмайди. Бу коллектор токини камайтиришга олиб келади. Транзисторни шундай бир иш режимини танласак,ки бошланғиш кучланиш коллекторнинг кучланиши ярмини берсин.

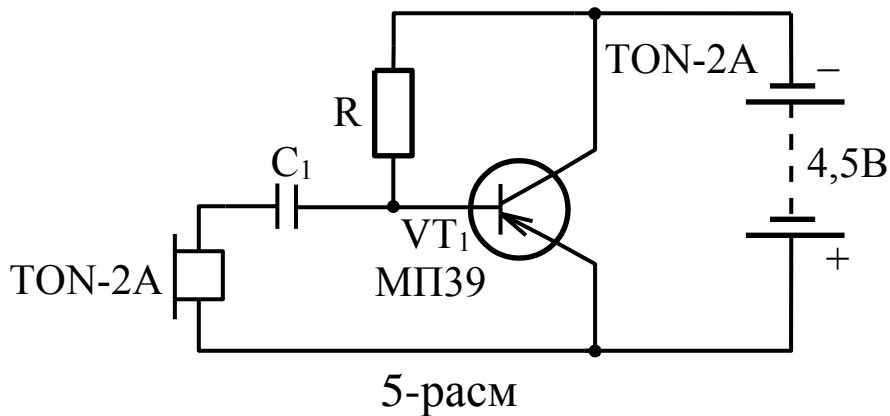
Транзисторли кучайтиргичларни ҳар хил иш режимидаги диаграммаси.



- а) Халакитсиз кучайтиргич;
- б) Тепа қисми чегараланган;
- в) Паст қисми чегараланган.

Кучайтиргич занжирининг кириш –  $C_1$  ва чиқиш –  $C_2$  қисмидаги конденсаторларнинг вазифаси (3-расм) аниқлаш учун “микрофон телефон” занжирини кўриб чиқамиз.

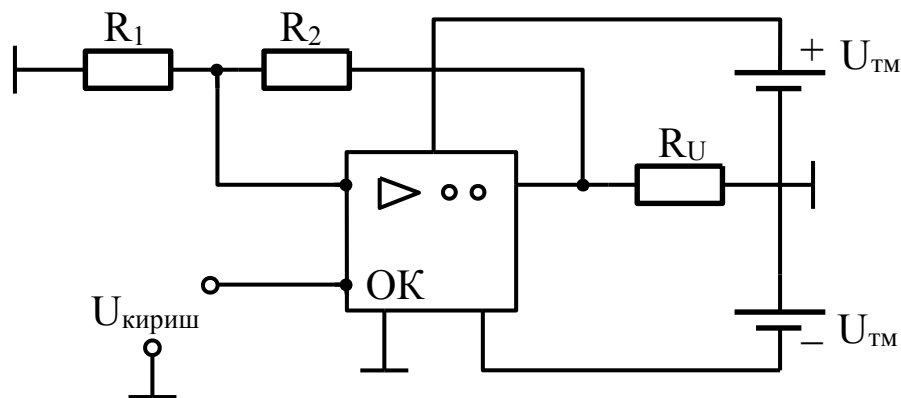




### 14.3. Кўп каскадли кучайтиргичлар.

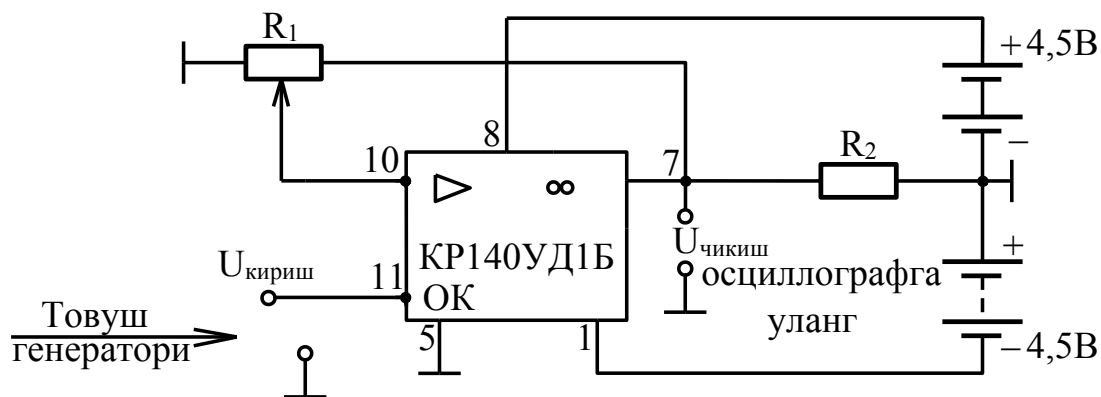
Ҳозирги замон мураккаб электрон қурилмаларни таркибий қисмини кўп каскадли кучайтиргичлар ташкил этади. Уларни ягона бир занжирга улаб ишга тушириш жуда мураккаб жараён дир. Энг мукамал ва кенг фойдаланиладиган универсал кўп каскадли кучайтиргичлар ҳам яратилган, улар ҳар хил электрон қурилмалар ичига ўрнатилган бўлиб ўзгармас ва ўзгарувчан сигналларни кучайтиради. Бундай махсус техналогик йўллар билан, интеграл чизмаларда тайёрланади. Кўп каскадли кучайтиргичларни таркибий қисмини транзисторлар, диодлар ва резисторлар (айрим ҳолларда конденсаторлар) ташкил этади. Занжир элементлар платаси чизмаси автоматик усулда тузилади. Микро чизмаларни оддий усуллар билан тайёрлашни иложи йўқ, уларни ўлчамлари миллиметрларда улчанади. Универсал кўп каскадли кучайтиргичларда операцион кучайтиргич фақатгина интеграл микрочизмаларда бажарилади ва генерациялашга кенг фойдаланилади. Кўп каскадли кучайтиргичлар уй – рўзғор маиший – маданий дам олиш электрон қурилмалари бўлмиш радио, телевидения, видеомагнитофон ва мактаб оциллографларига жойлаштирилгандир. Операцион кўп каскадли кучайтиргичларни иккита кириш қисман бўлиб, биринчи кириш жойига, кириш кучланиши ва иккинчи кириш жойига,  $R_1$  ва  $R_2$  бўлинма орқали чиқиш кучланишни бир қисми берилади. Ток манбаини ўрта қисми нуқтасидан умумий уланиш жойидир. Операцион кучайтиргични чизмага улаш усули (6-расм).

Кўп каскадли операцион кучайтиргичларда кириш сигнали ва кучланиш деярли нолга тенгдир. Операцион кучайтиргичларни кучланиш бўйича кучайтириш коэффиценти жуда юқори бўлиши мумкин. Масалан; К140УД8 микрочизмаларга кучланиш 50000 тенг бўлиши мумкин. Айрим ҳолларда бу катта коэффицентни камайтиришга тўғри келади, бўлинма қаршиликлар бу ишни бажаради.



6-расм.

Кўп каскадли операцион кучайтиргични ишини ўрганиш учун қўйидаги чизмадан фойдаланса бўлади.



7-расм.

Кўп каскадли кучайтиргичларни электроннинг ривожланишига беқиёс аҳамияти катта бўлиб, ҳозирги замон микроэлектр шунинг учун кескин ривожланиб кетди.

### Мавзунини мустаҳкамлаш саволлари:

1. Электр сигналлар манбаи нима?
2. Кучайтиргич қандай режимда ишлайди?
3. Каскад нима?
4. Тovuшнинг частотаси қандай кучайтирилади?
5. Операцион кучайтиргичнинг ишлаш режими қандай?
6. Микрочизма қандай тузилади?
7. Юқори частотали сигналлар қандай ҳосил бўлади?
8. Интеграл чизма вазифаси?
9. Кўп каскадли кучайтиргичларни қўлланилиши?
10. Чиқиш кучланиши нима?

## 15-мавзу: Тескари боғланиш ва уларнинг кучайтиргичларда қўлланилиши. Қувват кучайтиргичлари.

Режа:

15.1. Қувват кучайтиргичлари.

15.2. Бир тактли қувват кучайтиргичлари.

15.3. Икки тактли қувват кучайтиргичлари.

### Таянч сўзлар ва иборалар.

Электр резонанс тўғри боғланиш, тескари боғланиш. Блокирофка қувват коэффиценти, градиент электрон вакуумли лампа. Иш режими электрон масса. Кучланиш кучайтиргичлари.

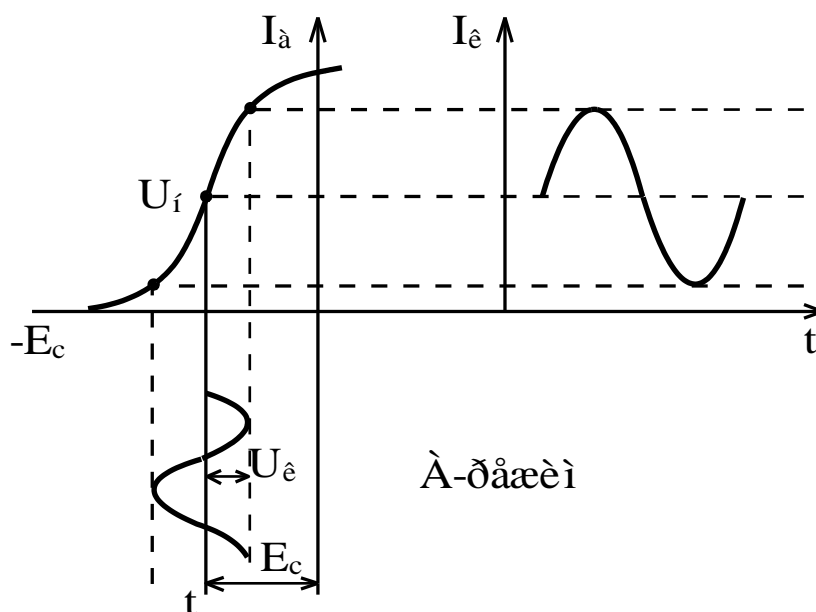
Адабиётлар 1.2.3.6.7.8.

### 15.1. Қувват кучайтиргичлари.

Қувват кучайтиргич ташқи юклагамага мўлжалланган максимал қувватни таъминлаш учун хизмат қилади. Қувват кучайтиргичларда ишлатиладиган электрон лампалар ва ярим ўтказгичлар ҳисобидан олинадиган кучланиш силжиши қувват коэффиценти ни ўзгартиради. Электрон вакуумли лампа ёки транзистор А, В, АВ тескари боғланиш режимида ишлаши мумкин. Ҳар бир режим учун кучайтиргич иш принципини кўриб чиқамиз.

А – режимдаги иш.

Электрон вакуумли лампа пентоднинг 3 чи электрон турига тушган ўзгарувчан кучланиш ҳамма даврида “анод” занжиридан ток оқади. (1-расм).



А–режимда электрон лампа пентод тўрига берилаётган ўзгарувчан кучланиш, силжишга таъсир этувчи кучланишдан ошмаслиги керак.

А–режимда электрон лампанинг Ф.И.К. кичик бўлади, лампанинг аноди манбадан кўпроқ қувват олади, эффектив қуввати кичик бўлади. А–режимни асосий нуқсони шу яъни тескари боғланиш кам ҳосил бўлади.

В – режимда кучланиш силжиши кучаяди. Шу сабабли электрон лампанинг тўрига ўзгарувчан кучланиш берсак лампанинг анодидан ток оқиб ўтади. Кучланиш берилмаса, анод токи нолга тенг. Кучланишни турлича бериб, кучланиш амплитудасини ошириш мумкин.

Анод занжиридаги тебраниш амплитудасини ошириш ҳисобига эффектив қувват ортади. В – режимда ишлайдиган кучайтиргичлар Ф.И.К. 80 фоизни ташкил этади. В-режим  $V_1$  ва  $V_2$  – режимларга бўлинади.

$V_1$  – режимда электрон лампанинг тўри  $U_k < E_c$  да  $V_2$  – режимда эса лампа тўри ток билан яъни  $U_k > E_c$  шартга асосан ишлайди.

АВ – режим. Бу режим А ва В режим оралиғидаги ҳолат бўлиб, электрон лампани тўла қувват билан ишлашга олиб келади, катта қувватли кучайтиргичларда қўлланилади.

АВ – режимда электрон лампанинг ажратиш бурчаги  $\Theta = 120^\circ \div 130^\circ$  атрофида бўлади. Электрон лампа берк бўлганда, ок “ноль” бўлади. АВ – режимда ишлайдиган кучайтиргич Ф.И.К. 60 фоизга тенгдир.

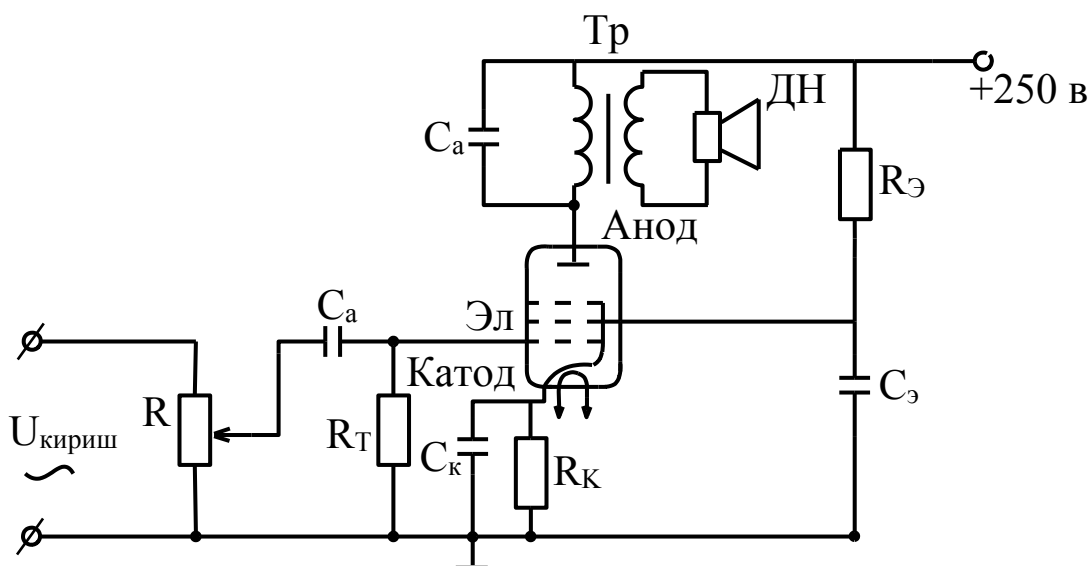
Режимларга қараб қувват кучайтиргичлар бир тактли ва икки тактли электрон чизмалар асосида йиғилади.

## 15.2. Бир тактли қувват кучайтиргичлари.

Бу русумдаги қувват кучайтиргичлар ҳозирги замонгача қўлланилиб келган бўлиб, асосан радио тўлқинларни кучайтириб беришга мўлжалланган. мазкур кучайтиргичнинг электр чизмаси ва уларни вазифасини таҳлил қиламиз. (2-расм).

Бу кучайтиргич А-режимда ишлаб, ҳозирги замонда асосан кучайтиргич сифатида ишлатилади. Электрон лампа пентоднинг анод юкламаси бу Тр-трансформатордир. Бир тактли қувват кучайтиргичнинг ишлаш принципини қўйидагича ишлайди. чизманинг  $U_{кириш}$  қисмига ўзгарувчан кучланиш берилса, пентоддан оқиб ўтаётган анод токи ўзгариб боради. Ток трансформаторнинг биринчи ғалтагидан оқиб ўтиб, индукция қонунига мувофиқ иккинчи ғалтакга товушнинг ўзгарувчан кучланиши ҳосил бўлади ва динамик-Днга узатилади. Пентоднинг катодига уланган  $R_k$   $C_k$  да ҳосилбўлган

автоматик силжиган кучланиш  $R_T$  қаршилик орқали пентоднинг бошқарув тўрига берилади. Экран тўр қаршилиги  $R_Э$  ва конденсатор  $C_Э$  электр филтър вазифасини бажариб, кучланишни ўзгармас  $U=const$  холда тутиб туради.



2-расм. Бир тактли қувват кучайтиргичи.

Чизмадаги  $R$ -реостат  $U_k$  киришдаги кучланишни ўзгартиради.  $C_a$  – конденсатор трансформаторнинг биринчи ғалтагини блокировка қилади,  $Tr$ -трансформаторнинг иккинчи ғалтагида юклама сифатида динамик-Дн улангандир. Электрон лампаларни русумига қараб, бундай бир тактли қувват кучайтиргичлардан чегараланмаган қувват ҳосил қилиб, олиш мумкин. (2-жадвал).

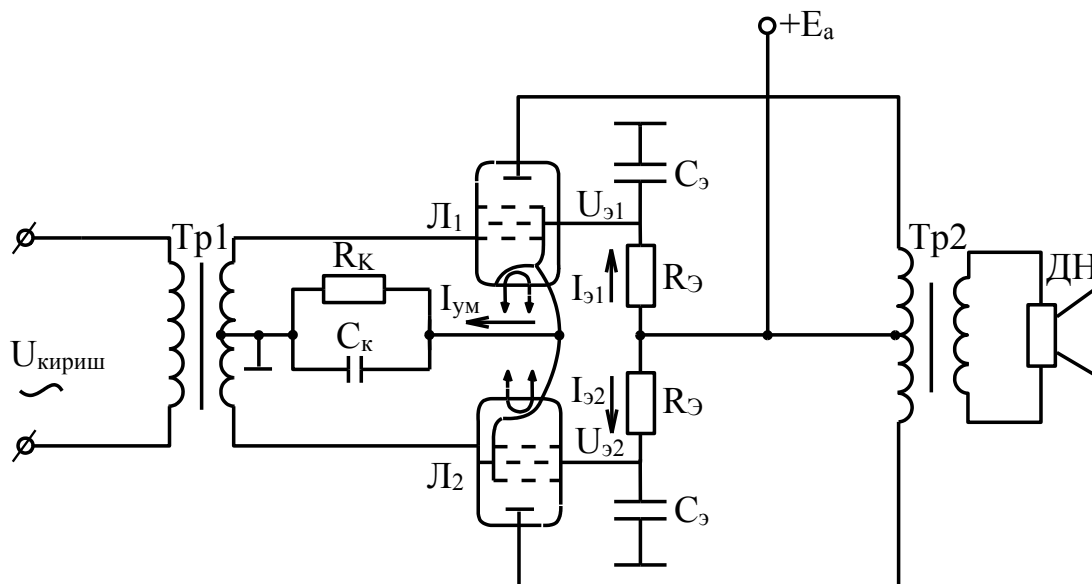
Бир тактли қувват кучайтиргичлар элементлари, қувватни кучайтириш жадвали.

| Электрон вакуумли лампалар тури | P   | $R_T$ | $R_Э$ | $C_Э$ | $R_K$ | $C_K$ | $U_A$ | $U_Э$ | $U_Э$ |
|---------------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                 | Вт  | кОм   | кОм   | мкФ   | кОм   | мкФ   | В     | В     | В     |
| 1 6П14П                         | 2,5 | 480   | -     | -     | 190   | 120   | 250   | 255   | 8,0   |
| 2 6Ф3П                          | 1,8 | 350   | 16    | 35    | 350   | 70    | 230   | 160   | 14,0  |
| 3 6П1П                          | 2,8 | 500   | -     | -     | 320   | 110   | 250   | 270   | 12,0  |

### 15.3. Икки тактли қувват кучайтиргичлари.

Маълумки тескари боғланиш бўлмаса кучайтиргич ҳам бўлмайди, поғона-поғона қилиб, кучланиш, қувват ва электромагнит тўлқинлар кучайтирилади. Кўпроқ қувват олиш ниятида бўлсак, икки тактли қувват кучайтиргичдан фойдаланса бўлади. Бу кучайтиргичлар А ёки АВ режимда ишлаши керак.

Икки тактли қувват кучайтиргичларни чизмасини кўриб таҳлил қиламиз. Бу чизмада бир хил русумли иккита электрон лампа-пентоддан фойдаланилган. Кучайтиргичдан максимал қувват олиш учун ҳар бир электрон лампага параллел қилиб иккита пентод ёки учта пентод улаш мумкин. Биз таҳлил қиладиган кучайтиргич икки пентод лампадан таркиб топган (3-расм).



3-расм. Икки тактли қувват кучайтиргичи.

Кучайтиргич киришига ўзгарувчан  $U_{\text{кириш}}$  га сигнал берилмаган вақтида пентодлар анодига ва экран-тўр занжиридан ўзгармас ток ўтиб туради.  $L_1$  ва  $L_2$  пентод-лампа-лар анод тоқлари  $Tr_2$  трансформаторнинг биринчи ғалтагида уланган. Агар анод тоқлари бир қийматга тенг деб олинган бўлса,  $Tr_2$  нинг биринчи ғалтагидаги магнит майдон оқими  $\Phi_o=0$  бўлади.

$$\Phi_o = A(I_{a1} - I_{a2}) = 0$$

бу ерда:  $A$ -пропорция коэффициентини;  $I_{a1}$  ва  $I_{a2}$  – анод тоқи;

Пентоднинг бошқарув тўрига  $Tr_1$  трансформаторнинг иккинчи ғалтагининг учлари уланган ва  $R_K$  ҳосил қилган силжиш кучланиши иккала лампанинг тўрига берилади.

Қувват кучайтиргич  $A$ -режимда ишлайди. Кириш қисмидан ўзгарувчан кучланишли сигнал берилса, пентоднинг бошқарув тўри ва катодлари орасида пульсасияланувчи кучланиш ҳосил бўлиб, ток қиймати сезиларли ўзгаради.

Икки тактли кучайтиргични ҳар хил қувватли электрон вакуумли лампа-лар асосида йиғиш мумкин.

Икки тактли қувват кучайтиргичларнинг афзалликлари.

Чизиқли бўлмаган электр нуқсонлар деярли учрамайди. Ток манбасидан олинган кучланиш пульсацийси ҳолати бўлмайди. Анод занжирининг тоқининг ўзгарувчан ташкил этувчиси компенсацияланиб,

каскадлар нуқсонсиз ишлайди. Икки тактли қувват кучайтиргичига электрон элементлар кўп сарф бўлиши кириш кучланиши қиймати симметрик бўлганилиги учун айрим нуқсонлар пайдо бўлади. Аслида бу ҳолатлар ҳисобга олмаса ҳам бўлади.

### **Мавзуни мустаҳкамлаш саволлари:**

1. Кучайтиргич қайси соҳаларда қўлланилади?
2. Электрон вакуумли лампалар қандай усулда ишлайди?
3. Такт ва каскад деганда нимани тасаввур этамиз?
4. Транзисторнинг асосий вазифаси нимадан иборат?
5. Бир тактли қувват кучайтиргич ҳақида нималарни биласиз?
6. Бош электродли лампа қандай аталади?
7. Нега лампаларни бошқарув турига сигнал берилади?
8. Қувват тенгламасини ёзиб изоҳлаб беринг?
9. Қувват, ток кучи ва кучланиш бирликлари ҳақида маълумот беринг?
10. Электроника асослари фани нимани ўргатади?

### **16-мавзу: Микроэлектроника, интеграл чизмалар уларни тайёрлаш технологиялари.**

Режа:

- 16.1. Умумий маълумотлар.
- 16.2. Интеграл чизмалар ва уларни турлари.
- 16.3. Қўлланилиш соҳаси.

### **Таянч сўзлар ва иборалар:**

Микро ва макроэлектроника, интеграл чизмалар, мантиқий элементлар «ёки» «ва» элементлари. Электрониканинг иккилик шифраторлари.

Адабиётлар. 1.2.3.4.5

### **16.1. Умумий маълумотлар.**

XXI асда электроника кескин ривожланиб юқори чуққиларни эгаллаб олди. Электрониканинг икки таркибий бўлими мавжуд бўлиб, улар “микроэлектроника” ва “макроэлектроника”га бўлинади. Биз микроэлектроника ҳақида сўз юритамиз. Микроэлектроника асосан,

кузга кўринмайдиган электронлар ҳаракатини илмий асосда бошқариш билан шуғулланади. Фан ва техника ривожланиб бориб, инсониятга янги-янги хизматларни бажарувчи микроэлектрон қурилмаларни ҳада этмоқда. Микроэлектроника туфайли замонавий ахборот воситалари ЭХМ, шахсий компьютерлар яратилди. Ҳар бир яратилган бундай мураккаб электрон машиналар тизимида жуда кўп микрочизмалар, мантиқий элементлар, микроэлементлар ишлатилади.

Микроэлектрон элементлар кўпайган сари электрон изимнинг ишончилиги, унинг чидамлиликлари, бенуқсон ишлаши, пухталиги камая боради. Қурилманинг ўлчамлари ҳам ортиб боради. Микроэлектроника 70-йилларда вужудга келди. Микроэлектроника ўта кичрайтирилган электрон блокларни ва қурилмаларни яратиш ва ишлатиш билан шуғулланади.

Микроэлектроника асосий таркибий чизмасини интеграл микрочизмалар “ИМС”лар ташкил этади. Бир нечта вазифани бажаришни ўз ичига олиб, яхлит ҳолда келтирилган, ҳажми ўта кичрайтилган блок ёрдамида маълум электрон тизимни ҳосил қилиб, кичик электрон қурилма интеграл микрочизма (ИМС) дейилади. ИМСлар кримний кристалл ёки пластинкасида ҳосил қилинган ва бири-бири билан чизмага уланган ярим ўтказгич элементлар, диодлар, транзисторлар, резисторлар, сиғимлардан ташкил топган. Улар ёрдамида катта электрон лампали блоклар ва кучайтиргичлар бажарадиган ишларни, ўта аниқлик билан бажариш мумкин. Электрон блоклар бундан бир неча йил олдин ҳажми катта бўлгани учун ноқулайлик тўғдирарди. Ҳозирги пайтда уларни ўрнини ярим ўтказгичли интеграл блоклар эгаллади ва уларни ҳажми кескин камайди, ишлаш имкониятлари кенгайди.

## **16.2. Интеграл чизмалар ва уларни турлари.**

Замонавий электрониканинг асосий таркибий қисмини интеграл чизмалар ташкил қилади. Улар яратилгандан кейин автоматика, алоқа воситалари (уяли телефонлар), янги ясси экранли телевидиниялар кескин ривожланиб кетди. Интеграл чизмаларни икки хил тури кенг қўлланилади.

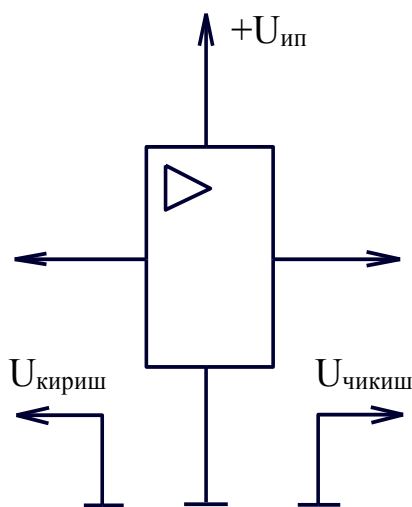
а) тури. Аналогли ИМС лар.

б) тури. Рақамли ИМС лар.

а) Аналогли интеграл чизмалар. Замонавий мураккаб электрон қурилмаларга ўрнатилади. Уларни тайёрлаш технологияси жуда мураккаб, бажариладиган ишлар жуда қийинчилик билан амалга оширилади. Аналогли интеграл чизмалар ўзгармас ва ўзгарувчан электр



сигналларни кучайтириш учун ишлатилади. Махсус интеграл технологиялар йўли орқали кучайтиргичлар мураккаб илмий асосда тайёрланади. Уларни таркибий қисми, ўта ҳажми кичик бўлган элементлар транзистор, диод ва резисторлар ташкил этади, бир жинсли ярим ўтказгич кристаллига P-N ўтказувчилик хоссаларини ҳисобга олиб яратилади. Бу ишлар махсус станоклар ёрдамида автоматик бажарилади. Ярим ўтказгичли интеграл микрочизмалар ўзининг қулайлиги, ишончилиги, ҳажми жуда кичиклиги, юқори самарадорлиги, энергияни жуда кам истеъмол қилиш билан, электрон чизмалар ичида ажралиб туради. Интеграл кучайтиргич чизмаси пастдаги 1-расмда кўрсатилган.



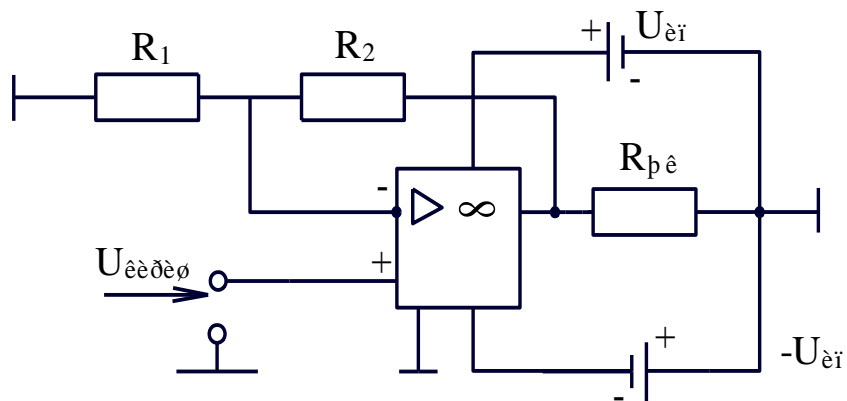
1-расм.

Энг кўп қўлланиладиган универсал кучайтиргичлар, операцион кучайтиргичлар бўлиб ҳисобланади. Ҳозирги пайтда бу кучайтиргичлар, интеграл чизма шаклида ишлаб чиқарилмоқда, улар ёрдамида электр сигналларни генерация қилиш ва кучайтиришга кенг фойдаланилади. Интеграл микрочизмалар стандарт асосга эга бўлиб, бир-биридан ҳажм ва кўриниш жиҳатидан фарқ қилмайди. Операцион кучайтиргич иккита кириш жойига эга бўлиб, намунавий чизма (2-расм)да биринчи кириш жойида, кириш кучланиш берилади, иккинчи кириш  $R_1$  ва  $R_2$  билан бирга қисман кучланиш берилади (2-расм).

#### б) Рақамли ИМСлар.

Рақамли интеграл чизмалар, ҳозирги замон электрон ҳисоблаш машиналарига энг кўп қўлланиладиган электрон мураккаб қурилмадир.

Улар бир секунд вақт ичида миллион математик амалларни (операцияларни) бажаришади, космик алоқа ва бошқа электрон қурилмаларда ишлатилади. Интеграл микрочизмалар (ИМС)лар оддий чизма деб қараш мумкин эмас, чунки уларни тайёрлаш технологияси ўта мураккаб, бажарадиган операцияси жуда кенг, ишончилиги жуда юқори ва ҳажми жуда кичикдир.



2-расм. Операцион кучайтиргични электр занжирига улаш чизмаси.

Интеграл чизмаларни тайёрлаш технологияси учта усул билан амалга оширилади. Ярим ўтказгичли, плёнкали ва гибридли усуллар билан тайёрланади.

✓ Ярим ўтказгичлар асосидаги интеграл микрочизмалар сирти  $1\text{мм}^2$  бўлган юзада транзистор, диод ва резисторлар ўзаро уланади яхлит бир электрон қурилмани ташкил этади.

✓ Плёнкали интеграл микрочизмалар (ИМС)лар плёнка қатлам шаклида тайёрланади, ана шундай усулда резистор, конденсатор ва индуктив ғалтаклар ҳам юпқа пластинкали бўлади ва улар сигналларни кучайтириш учун ишлатилади.

✓ Гибридли интеграл микрочизмаларни технологияси ҳам ўта мураккаб электрон қурилмалар, диодлар, транзисторлар, ўтказгичлар ўта кичик минатюралари ихчам қилиб, плёнкали пластмасса корпус ўрнатилган ҳолда чиқарилади. Уларни ўлчамлари, ярим ўтказгичли ва плёнкали интеграл микрочизмалардан биров каттароқдир.

Дискрет ва импульс сигналларни ҳосил қилиш учун ишлатиладиган рақамли интеграл микрочизмалар асосан транзистор асосидаги электрон қурилмалар вазифасини бажаради. Бу қурилмалар электр сигналлар келган пайтда очиқ ёки ёпиқ ҳолатда туради. Рақамли интеграл микрочизмалар учун давлат стандарти томонидан қабул қилинган ҳарфлар ва сонлар билан тамғаланади. Шу ҳарфлар ва сонлар уларни тавсифини беради.

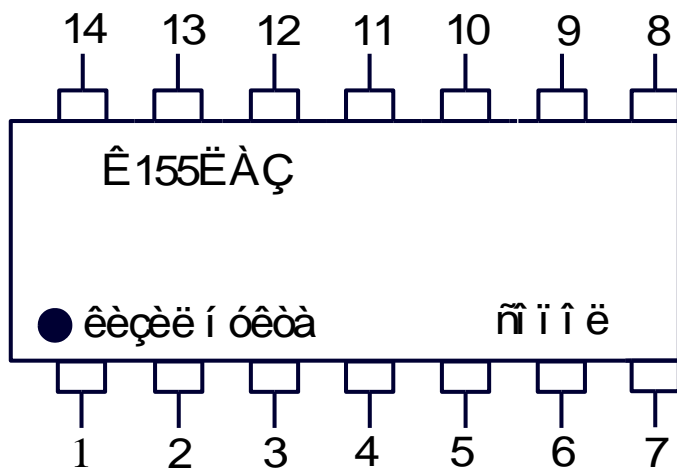
Мисол сифатида уларни шартли белгиларга келтирамиз. (Интеграл микрочизма маркалари).

K155ЛА3; K155ЛА7;  
K155ТМ2; K155ТВ1;

Ҳар бир ҳарф ва сонлар тавсифи қўйидагича. К-серия, 155-номер, Л-логик операцияни бажаради, Т-триггер.

Энг кўп тарқалган тури К155 серияси аналогли интеграл микрочизмаларда операцион кучайтиргич КР140УД1Б марка билан белгиланади. Улар тўғри бурчакли бўлиб корпуси пластмассали ёки сополли ички қисмидан чиқарилган учлари тўғри бурчакли бўлиб уларни сони кўп холларда 14 та бўлади. 2 томонида 7 тадан тақсимланган. Уларни топиш корпусига қизил нуқтаси бор, шу нуқтага қараб соат стрелкасига тесқари томонга санаб керакли оёқчалари аниқланади.

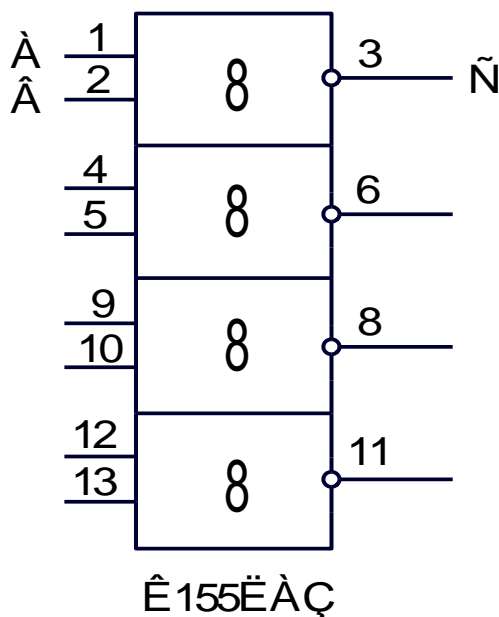
Интеграл микрочизма кўриниши (3-расм).



3-расм. Умумий кўриниши.

Электр чизмаларда ИМСларнинг шартли белгилари.

Агар 1-2 ёки 4-5 оёқчага бирлик сигнал берсак 3-чиқиш жойдан “ноль” сигнални оламиз. Бошқача комбинация йўли билан сигнал берилса мантиқий элемент сигналини оламиз. 7чи оёқча умумий ток манбаига уланади. 14чи оёқчага +5В кучланиш берилади.



### **16.3. Қўлланилиш соҳаси.**

Ҳозирги замон электроникасининг ривожига асосан интеграл микроцизмалар (ИМС)лар сабаб бўлди. улар асосида электрон мураккаб қурилмалар кашф этилди. Масалан; Ведиомагнитофонлар, уяли телефонлар, янги авлод ясси электронли телевизорлар, уй-рўзғор электрон асбоблари ҳаётимизга кириб келди. Тасаввур қилинг яқин ўтмишдаги ниятлар бугунги кунда реал ҳақиқатга айланди. Ҳеч ким уяли телефонни ёки ведиомагнитофонни ҳаёлига ҳам келтирмаган, минглаб 100 км узоқликда дўстингиз билан бир лаҳзада уланасиз, кўрасиз, ахир бу афсонани руёбга чиқиша олмаслиги.

Электрониканинг имкониятлари борган сари кенгайиб, афсоналар ҳақиқатга айланиб бораверади.

### **Мавзуни мустаҳкамлаш саволлари.**

1. Интеграл микроцизмалар қачон яратилди?
2. Электроника ривожини ИМСларнинг роли?
3. Аналогли ИМСлар вазифаси нима?
4. Микроэлектроника даври қачон бошланди?
5. Рақамли ИМСлар қандай вазифани бажаради?
6. ИМСлардаги оёқчалар сони нечта бўлади?
7. Операцион кучайтиргич вазифаси нима?
8. ИМСлардаги шартли белгиларга изоҳ беринг?
9. Уяли телефонларга ўрнатиладиган ИМСлар қайси турга таалукли?
10. ИМСнинг чизмасини чизиб изоҳлаб беринг?

### **17-мавзу: Импульс техникаси, уни шакли ва параметрлари.**

Режа:

17.1. Умумий маълумотлар.

17.2. Электрон калитлар вазифаси.

17.3. Дифференциал ва интеграл занжирлар.

### **Таянч сўзлар ва иборалар.**

Электрон калит, триггер, дифференциал зажир, интеграл занжир, оддий занжир, импульс, фаза, мантиқий элементлар.

Адабиётлар. 4.5.6.10.

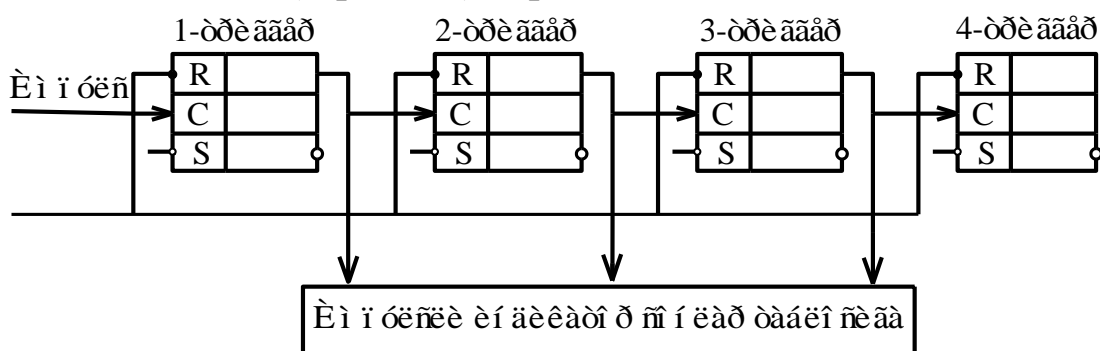
## 17.1. Умумий маълумотлар.

Импульс техникаси ярим ўтказгичли триггерлар асосида курилади. Улардан электрон ҳисоблаш машинасида мантиқий операцияларни бажариш учун фойдаланилади. Ҳисоблаш зараёни, команда бериш, электрон соатларда импульсларни ҳисоблаш, двигателлар айланиш сонини ҳисобга олиш, импульс узатгичлар (датчиклар)да кенг қўлланилади. Импульс техникасини курилмаларидан бири электрик импульс ҳисоблагичлар (ЭИХ) бўлиб, уларни ишлаш принципи билан танишиб чиқамиз. Импульс ҳисоблагичи механик ўхшашлик тарзида ишлаши айланувчм диск ёкм ғилдиракчани эслатади. Ҳар бир ғилдиракча 0 дан-9 гача сон ёзилган бўлиб, ўнлик разряд асосида ишлайди. Масалан электр энергия сарфини ўлчаш учун беш разрядли ҳисоблагичлар ишлатилади. Паст разряд ҳисоблагичнинг ўнг томонида жойлашган бўлиб,киловатт-соатни ўндан бири кўрсатади, кейингиларни ўнлик, юзлик, минглик кўпйтмалар ҳолатида ишлайди. Улар орасида механик боғланиш бўлиб, ҳар бир ғилдирак, тўлик айланиб, кейинги ғилдиракни бир бирликка силжитади. Беш разрядли элетр ҳисоблагичлар беш разрядли ҳисоблагични энг катта сонлар санок қийматини 9999,9 киловатт-соатга тенгдир.

Электрон ҳисоблагичларга бу ҳаракатларни электр импульслари бажаради. Импульс техникасининг таркибий қисмида триггерлар ўрнатилган бўлиб асосий ишни шулар бажаради. Масалан иккита K155TM2 микрочизмадан тўрт разрядли ҳисоблагич йиғиш мумкин. Ҳисоб иккилик сонда яъни “0” ва “1”да олиб борилади. Бу тизимни ишлаши мантиқий элементларнинг “0” ва “1” разрядларни бор йўқлиги билан аниқланади. Ҳар бир разряд икки ҳолатда бўлиши мумкин. Импульс бўлмаса “0” ҳолатида, импульс келса “1” ҳолатида.

Тўрт разрядли электрон ҳисоблагичларнинг иккилик сонлар ичидаги ахборат ҳажми 16га тенг бўлиб, улар 0000дан 1111гача бўлган ораликни ўз ичига олади.

Тўрт разрядни иккилик сон тизимида ишловчи ҳисоблагичнинг функционал чизмаси (1-расмда) берилган.



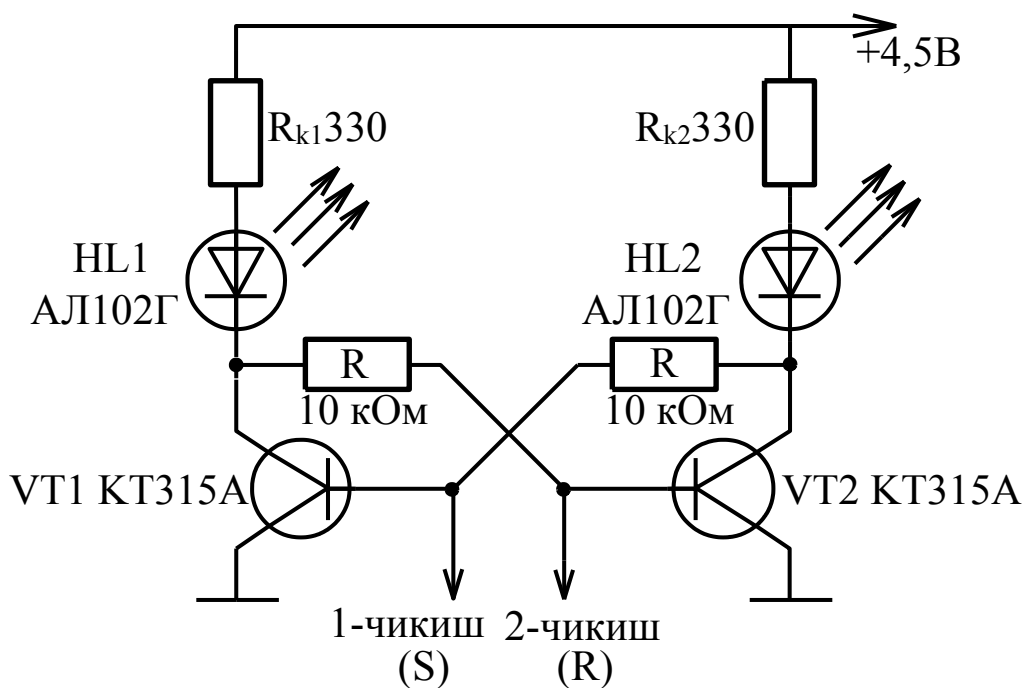
1-расм.

Импульсли ҳисоблаш техникаси чизмаси.

Триггер асосида тузиб чиқилган бу импульс техникаси, электрон таблоларни яратишга имкон берди. “n”та триггернинг бир-бирига улаб ягона триггерли импульс техникасини ҳосил қилиш мумкин. Улар ёрдамида иккилик тизимли сонларни ҳосил қилиш мумкин. Масалан: 1000, 0100, 1100, 0010 шундай тартибда то 1111 сон бўлгунча. Ўнлик тизим бўйича бу “0-15” бўлган сонни ҳосил қилади.

### 17.2. Электрон калитлар вазифаси.

Электрон калитларни вазифасини ярим ўтказгичли триггерлар бажаради. Импульсли техниканинг шаклини параметр ўзгартиришга триггерлар асосий ролни ўйнайди. Триггер электрониканинг мантиқий элементи бўлиб, улар хотирага сақлаш, кўзғатиш, ахборотни чиқариш вазифаларини бажаргани учун, компьютерларни таркибий қисмига киради. Триггер бу инглизча сўз бўлиб асл ўзбекчага айлантисак “ўчириб-ёқиш” маъносини билдиради. Триггер диомо электрон барқарор ҳолатда туради. Агар ташқаридан бирор сигнал кириб бу ҳолатни бузмаса, “очик” ёки “ёпик” ҳолатда тураверади. Электрон калит вазифаси фақат кириш ва чиқиш сигналлари бажаради. Триггернинг-механик элемент сифатида электр калити (включатель) ёки тумблерни мисол қилиб олса бўлади. Электр калити ҳам икки ҳолатда туради, “ўчирилган” ёки “ёқилган” ҳолатда. Оддий триггер иккита мантиқий элементидан иборат ва унинг чизмаси 2-расмга берлган.



2-расм.

Иккита барқарор ҳолатда турган электр калит (триггер) бу ҳолатни ўзгартириш учун бошқариладиган сигнал ёрдамида транзистор базасида сигнал бориш керак. Триггер бу оддий калит хотирасига икки бирликдаги “0” ва “1” сони билан импульсни сақлайди. “0” бу сигнал йўқ, “1” бу сигнал бор дегани. Ана шу тартибда электрон калити ишлайди ва у бир секунд ичида ўн марта очилиб-ёпилиши мумкин.

### 17.3. Дифференциал ва интеграл занжирлар.

Замонавий электрониканинг асосий қисмини дифференциал ва интеграл занжирлар ташкил этади. Дифференциал ва интеграл занжирлар шунчалик мураккаб-ки улар юзаси  $1\text{мм}^2$  бўлган ҳиси пластинкага ўрнатилади., оддий усуллар билан уларни тайёрлашнинг ҳеч иложи йўқ, маҳсус мураккаб технологик усуллар ва воситалар ёрдамида тайёрланади. Дифференциал ва интеграл занжирларнинг базавий элементи ҳар хил мантиқий “ёки”, “ҳа”, “эмас” элементлари ва триггер асосида тузилган бўлиб, мураккаб ҳисоблаш ишлари шулар бажаради. Бу жараёнга ҳарфлар ва иккилик сон тизими қатнашади. Масалан интеграл занжир К155ЛА3 ишлаш жараёнини таҳлил қилсак қуйидаги жадвалга эътибор берамиз.

А-кириш сигнали, индекс сонлари билан, С-чиқиш сигнали 3. 6. 8. 11. индекс сонлари билан белгиланган, “0” ва “1” сони орқали сигнални кириши ва чиқиши ифодаланган.

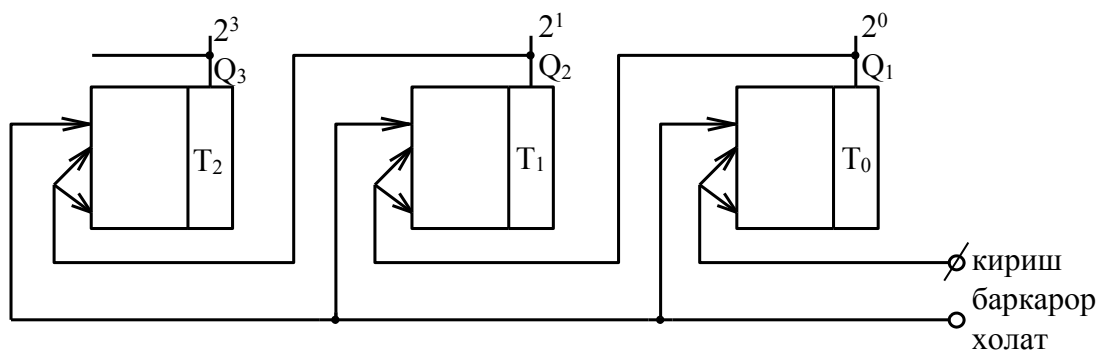
(1-жадвалга қаранг)

1-жадвал

| A1 | A2 | C3 | A4 | A5 | C6 | A9 | A10 | C8 | A12 | A13 | C |
|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|-----|-----|---|
| 0  | 0  | 1  | 0  | 0  |    | 0  | 0   |    | 0   | 0   |   |
| 0  | 1  | 1  | 1  | 0  |    | 1  | 0   |    | 0   | 1   |   |
| 1  | 0  | 1  | 0  | 1  |    | 0  | 1   |    | 1   | 0   |   |
| 1  | 1  | 0  | 1  | 1  |    | 1  | 1   |    | 1   | 1   |   |

Дифференциал ва интеграл занжирлар ана шу мантиқий элементлар, яъни “0” ва “1” сони асосида ишлайди. “ноль” сони ишлаши учун занжир паст кучланишли манбага уланган бўлиши керак.

Замонавий компьютерларда мантиқий элементлар тизими кенг ишлатилади. Уларни тури “резистор-транзисторли”, “диодли-транзисторли”, “транзистор-транзистордан” иборатдир. Дифференциал-интеграл занжирлар таркибий қисмидаги триггерлар асосида импульс техникаси қурилгандир. Бу қурилма кириш сигналларини ҳажмини ғта аниқлик билан ҳисоблаб беради. Электрон ҳисоблагичларни ишлаш принципини кўриб чиқамиз. Бошланғич барқарор ҳолатда триггерлар “ноль” ҳолатида туради.



Триггернинг  $T_0$ -кириш қисмида сигнал берилади ва “ноль” ҳолат “бир” ҳолатига ўтади.  $T_1$  ва  $T_2$  барқарор ҳолати бузилмайди. Сигнал бериш кетма-кетлиги қараб триггерлар ҳар иккала ҳолатга алмашилиб занжирни очиши ёки ёпиши мумкин. Триггерлар иккилик сон тизимидаги импульсларни қабул қилар экан.

### Мавзунини мустаҳкамлаш саволлари:

1. Импульс деб нимага айтилади?
2. Электрон узатгич вазифаси нимадан иборат?
3. Импульс ҳисоблагичга таъриф беринг?
4. Беш разрядли ҳисоблагич деганда нимани тушунасан?
5. Триггерларнинг асосий вазифаси нималардан иборат?
6. Импульс техникаси қайси санок тизимида ишлайди?
7. Электрон қалитнинг асосий вазифаси нимадан иборат?
8. Дифференциал занжир деб нимага тушунасан?
9. Интеграл занжир қандай тузулади?
10. Мантиқий элементга тушунча беринг?

### 18-Мавзу: Рақамли электроника мантиқий алгебра асослари. Интеграл микрочизма асосида маълумотни қайта ишловчи рақамли қурилмалар.

Режа:

- 18.1. Умумий маълумот.
- 18.2. Рақамли электроника қисмлари.
- 18.3. Мантиқий алгебра асослари.

### Таянч сўзлар ва иборалар.

Мантиқий алгебра, интеграл, импульс, триггер, сумматор, регистр, индикатор, шифратор, дешифратор, мультивибратор.

Адабиётлар 1,4,6,8,10.



### 18.1. Умумий маълумот.

Электр асбоблар ва қурилмалар турли хил асосий элементлар ва ёрдамчи воситалардан тузилгандир. Энг оддий электр занжири ҳам учта таркибий қисмдан иборат. Ток манбаи, электр энергия истеъмолчилари (юклама) ва электр қалитдан тузилади. Электр занжир оддийдан – мураккабгача ўзгариб боради. Ҳозирги замон электр занжирлари, ўта мураккаб, рақамли электроникага асосланган, ихчам қулай ва кенг имкониятга эгадир. Рақамли электрониканинг таркибий қисмини ЭҲМлар ва компьютерлар ташкил этади. Иккилик арифметика ва ЭҲМ таркиби иккилик сондан “0” ва “1” дан иборат. Шу икки сон иштирокида исталган бошқа сонлар, ҳарфлар, сўзлар, мазмунлар, маънолар ва топшириқларни бажариш мумкин. Маълумки арифметикада шу вақтгача ўнлик сонлар тизими 0.1.2.3.4.5.6.7.8.9 ишлатилган, улар ёрдамида ҳар хил математик амаллар бажарилган. Ҳозирги замонда ЭҲМнинг математик тили бу иккилик сони яъни “0” ва “1” ҳисобланади. Иккилик сон тизими қандай тартибда ишлайди кўриб чиқамиз! Амалдаги ўнлик сонлар тизимини, иккилик сон тизимига ўтказиш учун махсус электрон қурилма “шифратор” ёки кодер ишлатилади.

Шифраторлар ва дешифраторлар.

Рақамли техникада ва автоматик бошқарув техникасида электрон қурилма “шифратор” ва “дешифратор” ишлатилади. Улар ҳар қандай сон ва сўзни иккилик сон тизимига ўтказиб ЭҲМга узатади ёки тесукари жараён иккилик сонни, ўнлик сонга ўтказди. “Шифратор” ва “дешифратор” ҳозирги замон ЭҲМларни ҳаммасига ўрнатилгандир. Улардаги мантиқий жараён қандай содир бўлади.

Мисол сифати ўнлик сон тизимини иккилик сон тизимини уч разрядли ҳолатини кўрамиз.

| Ўнлик сон тизими | Иккилик уч разрядли сон тизими |
|------------------|--------------------------------|
| 0                | 000                            |
| 1                | 001                            |
| 2                | 010                            |
| 3                | 011                            |
| 4                | 100                            |
| 5                | 101                            |
| 6                | 110                            |
| 7                | 111                            |

Сонларни даражага кўтариб иккилик ва ўнлик сонлар тизимини кўрамыз.

|              |                 |
|--------------|-----------------|
| 10-тизим     | 2-тизим         |
| $10^1=10$    | $2^1(2)=10$     |
| $10^2=100$   | $2^2(4)=100$    |
| $10^3=1000$  | $2^3(8)=1000$   |
| $10^4=10000$ | $2^4(16)=10000$ |

Рақамли техникада “8” ва “16” асосга эга бўлган сонлар ишлатилади ва қулайликларни шу сонлар яратади.

## 18.2. Рақамли электроника қисмлари.

Замонавий радиоэлектроника, автоматика ва рақамли тезника асосий таркибий тузилишни, қисмларини ташкил этади.

- ✓ Мантиқий элементлар;
- ✓ Триггерлар;
- ✓ Рақамли интеграл микрочизмалар;
- ✓ Индикаторли асбоблар;

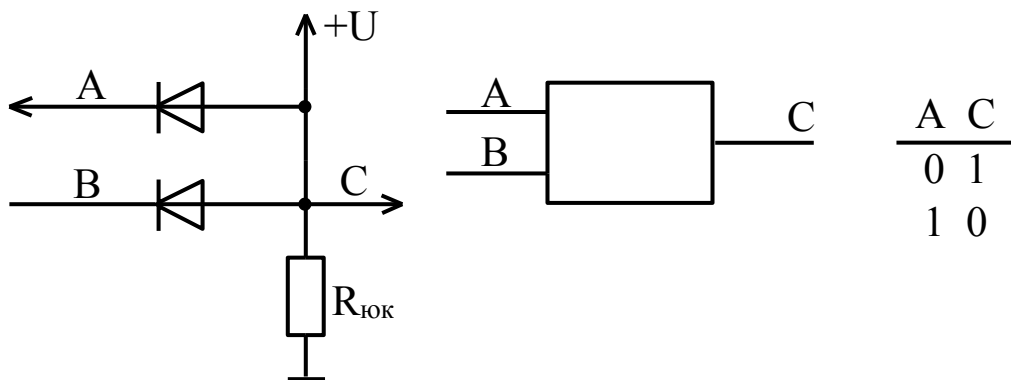
Бу электрон мураккаб қурилмалар ягона бир электрон технологик тизимга асосланиб ўзаро боғлиқлик ҳолатида ишлайди.

- ✓ Мантиқий элементлар;

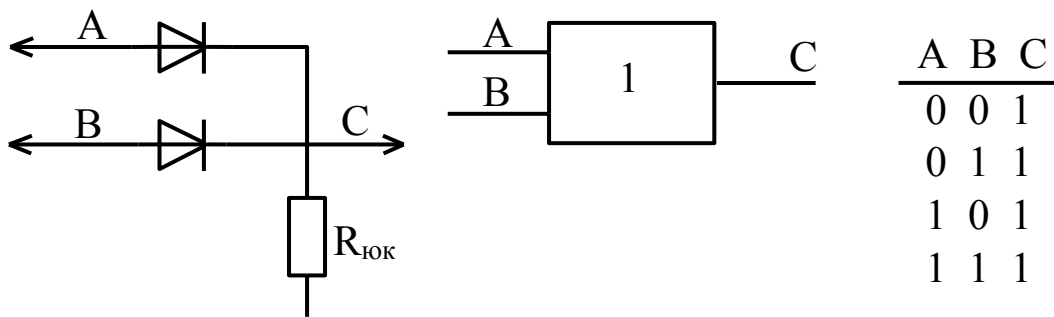
Рақамли ҳисоблаш техникаси ахборотларни қайта ишлаш, улар мураккаб математик дискрет амалларни бажаришга мўлжалланган. Улар электрон-платасида учта мантиқий элемент жойлашгандир. Бу “ВА” элемент; “ЁКИ” элемент “ЭМАС” элементидир. Ҳамда триггер (электрон калит) қурилмаси ҳам мавжуд. Мантиқий элемент номи, асосан мантиқий операцияларни рақамли техника ёрдамида моделлаштиришни назарда тутди. Мантиқий элементга сигнал юборганда “тўғри” ва “нотўғри” мазмунда юборилади. Масалан: “Ёритиш чироғи ёнган агар ток манбаи ва занжр туташган бўлса”. Агар лампа ёнмаса, “ЭМАС” элементи қўлланилади.

Мантиқий элементлар ҳар хил жиҳозлардан иборат бўлиши мумкин. Масалан: Электромагнит реле, яримўтказгичли диод, транзисторлар, электрон ва неон лампалар. Интеграл технологиялар асосида тайёрланган мантиқий элементлар энг кўп қўлланилади.

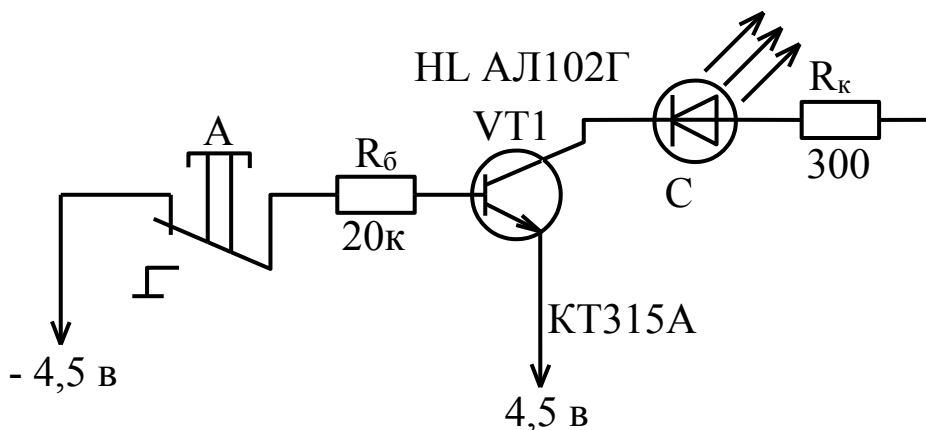
Ярим ўтказгичли диод асосида қурилган “ВА” мантиқий элементи.



Ярим ўтказгичли диод асосида қурилган "ЁКИ" мантиқий элемент.



Транзистор ва фотоэлементга йиғилган "ЭМАС" мантиқий элемент.



Юқорига кўрсатилган барча мантиқий элементларни талблр йиғиб, кўргазма курул сифатида ишлатиш мумкин.

✓ Триггерлар;

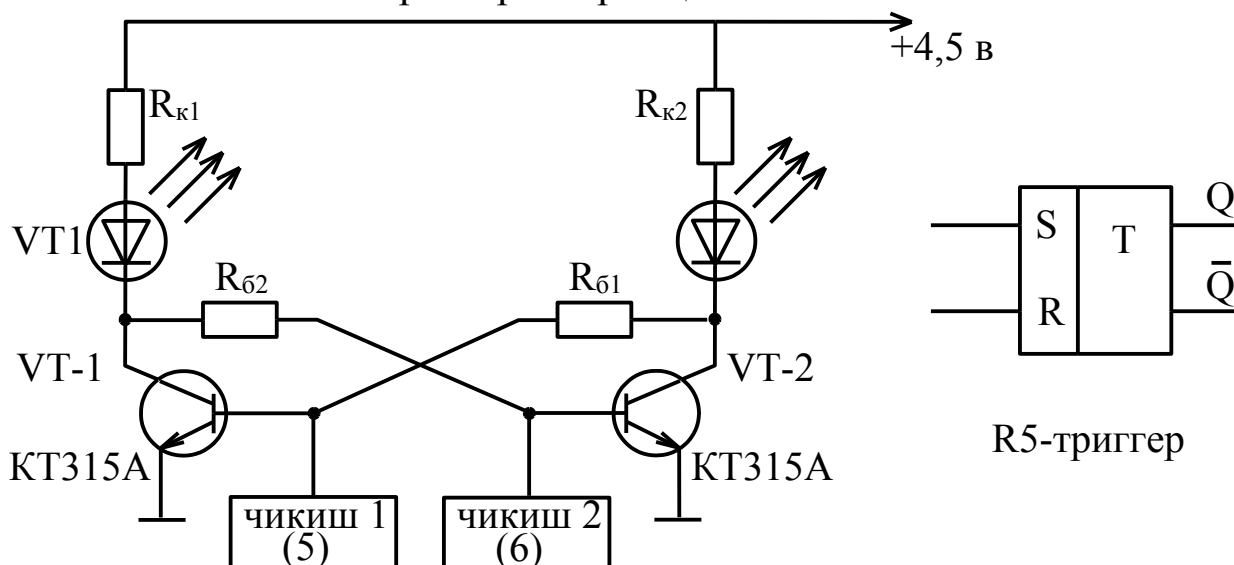
Триггер ҳам, рақамли электрониканинг асосий элементи ҳисобланади, улардан хотира сифатида фойдаланилади. Автоматик ва ҳисоблаш қурилмларининг элементиدير. Триггер-инглизча сўз бўлиб "ўзим қўшаман" "ўзим ажратаман" деган маънони билдиради.

✓ Механика триггер бу оддий электр қалити (включатель ёки тумблер) бўлиб, у инсон ёрдами билан қўшади, ажратади.

✓ Оддий триггер иккита "ЭМАС" мантиқий элементдан тузилган бўлиб, кириш ва чиқиш жойи ўзаро "ҳалқасимон" уланган.

Биринчисини чиқиш иккинчисини кириш билан, иккинчисини чиқиш иккинчисини кириши билан уланган ҳолда ишлайди.

Триггерни принцинал чизмаси.



Ҳозирги пайтда рақамли техникада фақат интеграл техналогия асосида тайёрланган триггерлардан фойдаланилади.

✓ Рақамли интеграл микрочизмалар;

Электрониканинг асосий элементи ҳисобланган интеграл микрочизмалар икки хил турга ишлаб чиқарилади. Аналогли ва рақамли интеграл микрочизмалардир.

Рақамли интеграл микрочизмалар асосан дискрет ва импульсли сигналларни параметрларини ўзгартириш учун мўлжаллангандир. Уларни асосини транзисторли калитлар ташкил этади, улар ҳар лаҳзада кирган сигнал учун очиқ ёки ёпиқ ҳолатда бўлиши мумкин. Рақамли интеграл микрочизмаларни тайёрлаш техналогияси ниҳоятда мураккаб, уларга жойлаштирилган электрон асбоблар ўлчамлари ниҳоятда кичик “микрон”лар билан ўлчанади. Имкониятлари чексиздир.

✓ Индикаторли асбоблар;

Индикатор ташқи муҳит параметрлари ҳақида ахборот берувчи электрон асбобдир. Уларни ҳар хил турлари яратилган бўлиб, параметрлари жиҳатидан бир-биридан кескин фарқ қилади. Барча қўлланиладиган индикаторлар иккита катта гуруҳга бўлинади. Актив индикаторлар ва пасив индикаторлар.

✓ Актив индикаторларга электр энергияси ёруғлик энергиясига айланиб, қоронғи жойларда ишлашга имкон чратади. Уларга жажжи лампалар, ярим ўтказгичли светодиодлар ва рақамли неон лампалар киради.

✓ Пасив индикаторларни ишлаш принципини электрон сигнал таъсирида ўзининг оптик хоссаларини ўзгартиради.

Масалан суюқ кристалларга тайёрланган индикаторли таблолар, уларга кучланиш келса, ёритиш қобляти ошади, бошқа пайт кўринмайди.

✓ Матикий алгебра асослари.

Таркибида жойлашган кўйидаги электрон қурилмалар, мантикий алгебра асосларини ташкил этади.

✓ Сумматорлар;

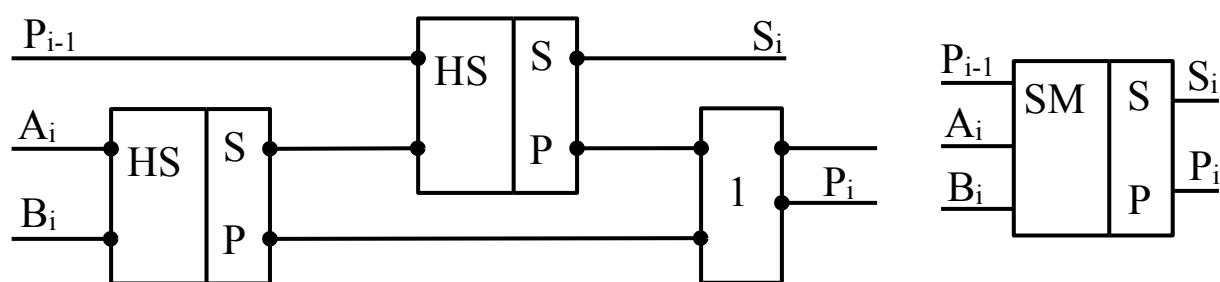
✓ Регистрлар;

✓ Электр импульсли ҳисоблаш қурилмаси. Уларни ҳар бирини алоҳида таҳлил қиламиз!

✓ Сумматорлар; (йиғиндилар)

Алгебра ва арифметика мантикий асосини йиғинди (сумма) ташкил этади. Сумматорлар ёрдамида “кўпайтириш” “бўлиш” ва “айириш” математик амаллар бажарилади. ЭХМнинг ҳисоблаш қисмини ташкил этадиган сумматорлар арифметика ва алгебраик масалаларни ечишга имкон туғдиради.

Сумматорнинг тўла чизмаси.



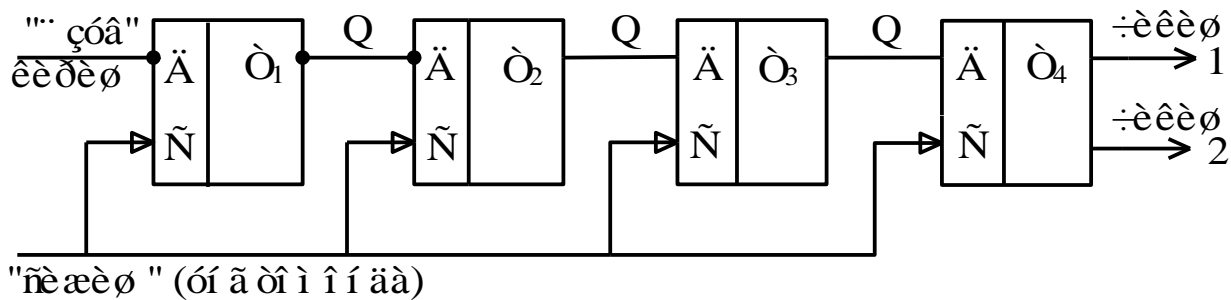
✓ Регистрлар;

Регистр ЭХМнинг асосий жиҳози бўлиб, шифратор, дешифратор ва сумматор каби функционал масалаларни бажаришга мўлжалланган. Уларни вазифаси ахборотларни ёзиб олиш, сақлаш ва узатишдн иборатдир. Регистр қурилмаси триггерлардан тузилган бўлиб, интеграл микрочизмаларга терилган.

Регистрлар параллел ва кетма-кет бўлиши мумкин.

Параллел регистрлар – триггерлардан иборат бўлиб ҳар бирига ахборот сигналини қабул қилиш учун битта кириш иккита чиқаришдан иборат. Рақамли электроника учун улар “оператив хотира” амалга ошириш учун хизмат қилади.

Кетма-кет регистрларда битта кириш кетма-кет ахборотни узатиш учун ва охириги регистрлардан иккита чиқишдан олинади. Уларни чизмаси пастга берилган (4-расм).



Электр импульслар ҳисоблагичлари (счётчик). Счётчиклар электрон ҳисоблаш машиналарига ҳамма қисмларини ишини назорат қилувчи, буйруқ (команда) бериш, импульсларни ҳисобини олиш, айланиш механизмини ишини назорат қилишдан иборат (ҳисоблагичлар олдинги мавзуларга жуда кенг ёритилган, танишб олинг).

### Мавзунини мустаҳкамлаш саволлари:

1. Рақамли электроника қандай ишни бажаради?
2. Ўнлик тизимини иккилик тизимига ўтказиш усули?
3. Нега машина тили учун иккилик тизим танланган?
4. Мантқиқий элемент ҳақида тушунча беринг?
5. Мантқиқий алгебра деб нимани тушунасиз?
6. Интеграл микрочизмалар қандай яратилади?
7. Маълумот қандай олинади ва ишлов берилади?
8. ЭХМни рақамли электроника деса бўладими?
9. Триггер, сумматор асосий асосий вазифаси нима?
10. Электр импульслар қандай аниқланади?

## Адабиётлар

