

Транзисторлар. Транзисторларнинг параметрлари ва уларнинг
характеристикаси.

РЕЖА

1. Кириш. Қўш қутбли транзисторлар.

2. Майдон транзисторлари.

3. Транзисторларнинг параметрлари ва уларнинг характеристикаси.

Транзисторлар

Транзистор (инг . transfer – кўчирмоқ ва resistor – қаршилик) — электр тебранишларни кучайтириш, генерациялаш (ҳосил қилиш) ва ўзгартириш учун мўлжалланган 3 электродли яримўтказгич асбоб. Микроэлектроника қурилмаларининг асосий элементи. Америка олимлари Ж. Бардин, У. Браттейн ва У. Шокли 1948 йилда ихтиро қилишган. Тузилиши ва токни бошқариш механизмига кўра, Т. 2 катта синфга: биполяр (оддий Т.) ва униполяр (майдон Т.и) синфларга бўлинади. Т.лар кичик қувватли ва кам шовқинли; импульсли; паст, юқори ва ўта юқори частотали; фото Т.лар (ёруғлик сигналларини электр сигналларига ўзгартирувчи) ва бошқа турларга бўлинади. Т.лар, асосан, германий, кремний ва бошқа монокристалл яримоўтказгич материаллардан ясалади. Халқ орасида ихчам микроэлектрон радиоприёмниклар ҳам Т. деб юритилади.

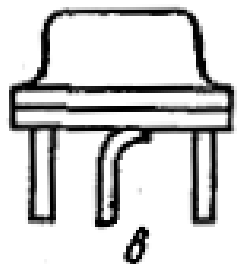
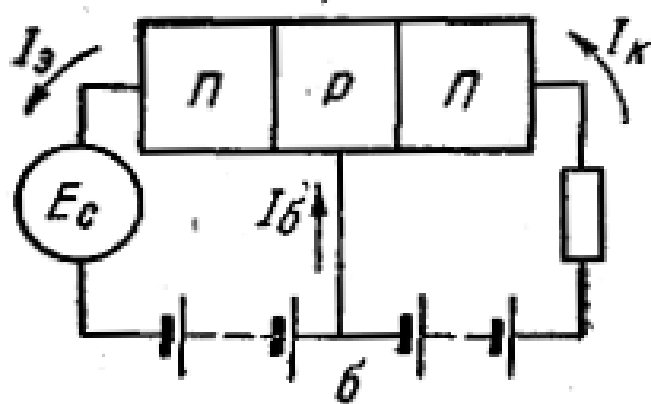
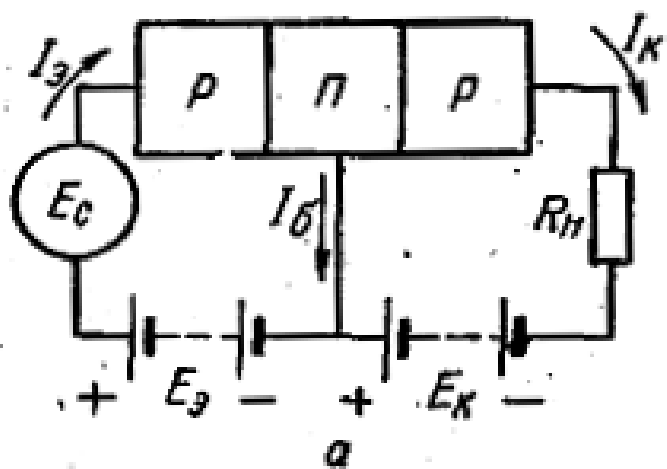
“Венн” диаграммаси – график органайзери. Транзисторларни турлари





Қўш қутубли транзисторлар

Транзисторларлар радиоелектроникада жуда кўп ишлатилади. Улар қўш қутбли ва майдон транзисторларига бўлинади. Қўш қутбли транзистор ёки транзистор иккита р-п-ўтишли яримутказгичли кристалдан иборат, яъни унда турли тип ўтказувчанликка эга бўлган учта қатламли соҳалар бўлади (1 - расм, а, б).



1 -расм. Ясси транзисторнинг структураси (а, б) ва ташқи кўриниши (в): а-р-п-р типи; б-п-р-п типи.

Соҳаларнинг жойлашиш тартиби p-n-p ёки n-p-n принцип жиҳатидан асбоб ишига таъсир қилмайди, аммо p-n-p типдаги транзисторларга уланадиган кучланишнинг қутбийлиги n-p-n типдаги транзисторларга берилаётган кучланишнинг қутбига қарама-қарши бўлади.

p-n-p типдаги транзисторнинг тузилиши ва ишлаш принципини кўриб чиқамиз. Чап соҳада киришнинг концентрацияси ошган ва, демак, асосий ток ташувчилар (бу соҳада ковак) концентрацияси ошган, бу эса асбоб ишида ҳал қилувчи рол ўйнайди. Бу соҳа эмиттер деб аталади. Кириш ва асосий ток ташувчилар концентрацияси анча кам бўлган ўнг соҳа коллектор деб ном олган. Ўртадаги соҳа база деб аталади. Бу соҳада p-n-p типдаги транзистор учун зарядларни ташувчилар бўлиб коваклар хизмат қилади, улар эмиттердан диффузияланади, чунки унга мусбат кучланиш уланган бўлади.

Коллектор ўтишига тескари кучланиш қўйилса, у ҳолда коллектор занжирида (р-п-ўтиш, R_H нагрузка, E_K батарея) унча катта бўлмаган тескари ток I_K ҳосил бўлади. Агар айни пайтда эмиттер ўтишига тўғри кучланиш берилса, у ҳолда, биринчидан, эмиттер занжирида (р-п-ўтиш, E_3 батарея, E_K сигнал манбаи) ток I_3 ҳосил бўлади, бу ток кириш сигнали кучланишининг ўзгаришига мос ҳолда ўзгаради ва иккинчидан, коллектор ўтишидаги тескари ток сезиларли кўпаяди. Бундан ташқари, бу ток ҳам кучланиш E_K нинг ўзгаришига мос ҳолда ўзгаради.

Эмиттер токининг коллектор токига таъсир қилишига сабаб шуки, иккала р-п-ўтиш бир-бирига жуда яқин жойлашган, шунинг учун ток ташувчилар (р-п-р транзистор учун коваклар) эмиттер ўтишидан ўтатўриб, коллектор ўтишининг таъсирига тушиб қолади. Булардан катта қисми бу таъсирни енгади, чунки, шу билан бирга коллекторда ушбу турдаги ток ташувчиларнинг концентрацияси кам ва яна унга қўйилган кучланиш (тескари қутблилиги) ҳам ток ташувчиларнинг шундай «дрейфига» (ўтишига) ёрдам беради.

Баён этилган ҳодиса туфайли транзистор кириш сигналини кучайтириш хоссасига эга бўлади. Бунга сабаб шуки, коллектор занжирига катта нагрузка қаршилиги R_n уланади ва нисбатан кичик коллектор токи ўтганда ҳам унда нисбатан катта сигнал кучланиши ажралади. Ток ва кучланиш қийматлари шундайки, нагрузкадаги қувват $R_n = I_n^2 R_n$ (чиқиш сигналнинг қуввати) кириш сигналнинг қувватидан катта бўлади.

Транзисторни тузилиш жиҳатдан қуйидагича яшаш мумкин. Германий пластинаси корпус асосига маҳкамланган тутқичга қотирилади. Пластинанинг икки томонига индий (нодир химиявий, юмшоқ оқ металл) шарчалари ўрнатилиб вакуумда эвтектик (махсус технология уларнинг ишлаб чиқаришда эвтектик температура ишлатишда р-яримўтказгичли ёки п-яримўтказгичли элементларни бир-бирига маҳкамлашда эленктродларни ўтказгич вазифасини бажариш учун ишлатишда фойдаланилади) температурадан юқорироқ температурагача қиздирилади, сўнг уй температурасигача совитилади.

Натижада, р-п-ўтишлар ҳосил бўлади. Коллектор ва эмиттерларнинг электродлари шиша изоляторлар орқали ўтади, база эса корпус асосига кавшарланади. Кичик қувватли транзисторнинг ташқи кўриниши 1-расм, в да кўрсатилган.

Саноат ҳар хил қувватли транзисторлар ишлаб чиқаряпти, улар паст (3 МГц гача), ўртача (30 МГц гача) ва юқори (300 МГц гача) частоталар соҳасида ишлашга мулжалланган.

Мисол тариқасида паст частотали транзисторлардан қуйидагиларни айтиб ўтиш мумкин: германийли МП35–МП42, ГТ108А–ГТ108Г, ГТ109А–ГТ109Е ва кремнийли КТ111-КТ13 (кичик қувватли, $P=0,3$ Вт), германийли ГТ403А–ГТ403И (ўртача қувватли, $P < 3$ Вт), германийли П201–П203 (катта қувватли, $P=10$ Вт) ва шунга ўхшаш ўрта, юқори частотали, ҳамда ўрта ва юқори қувватли транзисторлар мавжуд бўлиб, улар ҳақидаги маълумотларни луғатлардан олиш мумкин.

Транзисторларнинг асосий параметрларига кириш ва чиқиш қаршиликлари, ток ва кучланиш бўйича кучайтириш коэффициентлари, чегаравий частота ва руҳсат этилган сочилиш қуввати киради. Уларнинг ҳаммаси, руҳсат этилган сочилиш қувватидан ташқари, кўп даражада транзисторларнинг схемага уланиш усулига боғлиқдир.

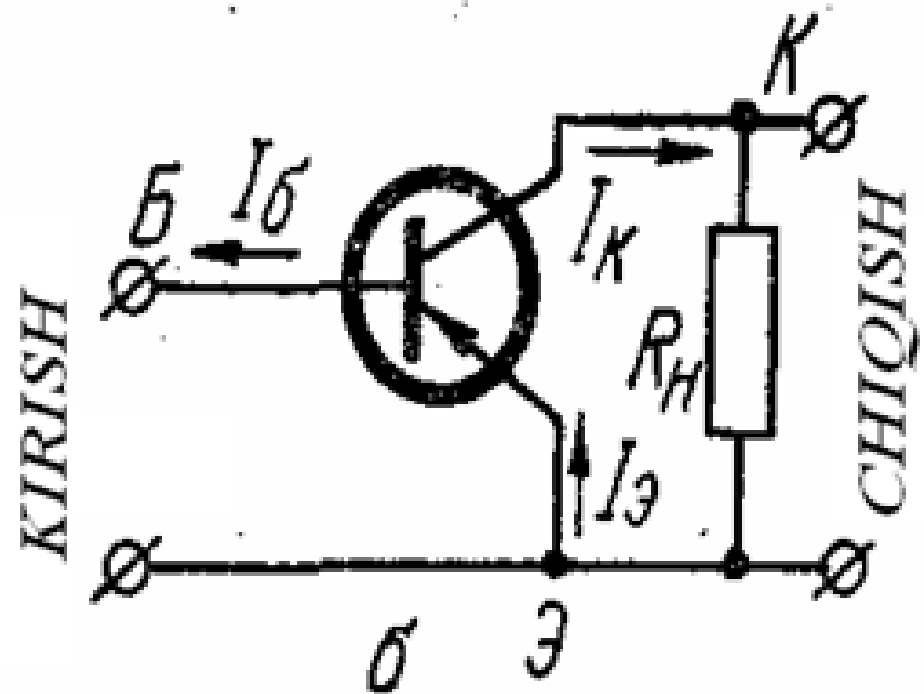
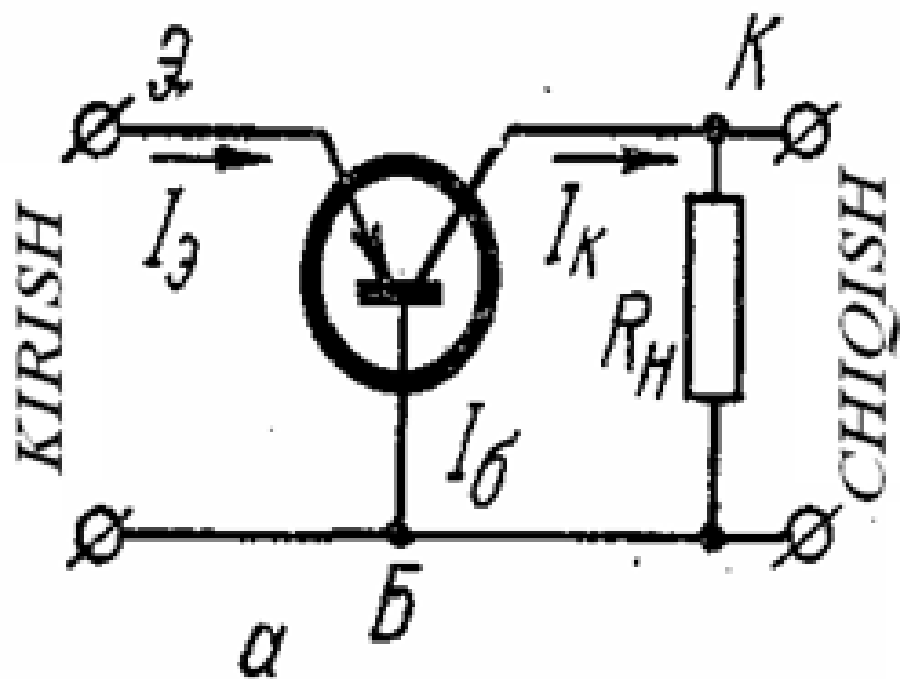
Транзисторларнинг учта уланиш схемаси мавжуд: умумий эмиттерли, умумий базали ва умумий коллекторли. қуйида энг кўп тарқалган биринчи иккита схема (2-расм, а ва б) кўриб чиқамиз. .

Транзисторнинг умумий база билан уланиш схемаси 2-расм, а да кўрсатилган.

Бунда кириш қаршилиги эмиттер-база кучланиши $U_э$ нинг эмиттер токи $I_э$ га бўлган нисбати билан аниқланади, яъни

$$\underline{R_{kirb}} = \frac{U_э}{I_э}$$

$$\underline{R_{kirb}} = \frac{U_{\text{э}}}{I_{\text{э}}}$$



2-расм. Транзисторнинг умумий база билан (а) ва умумий эмиттер билан (б) уланиш схемалари

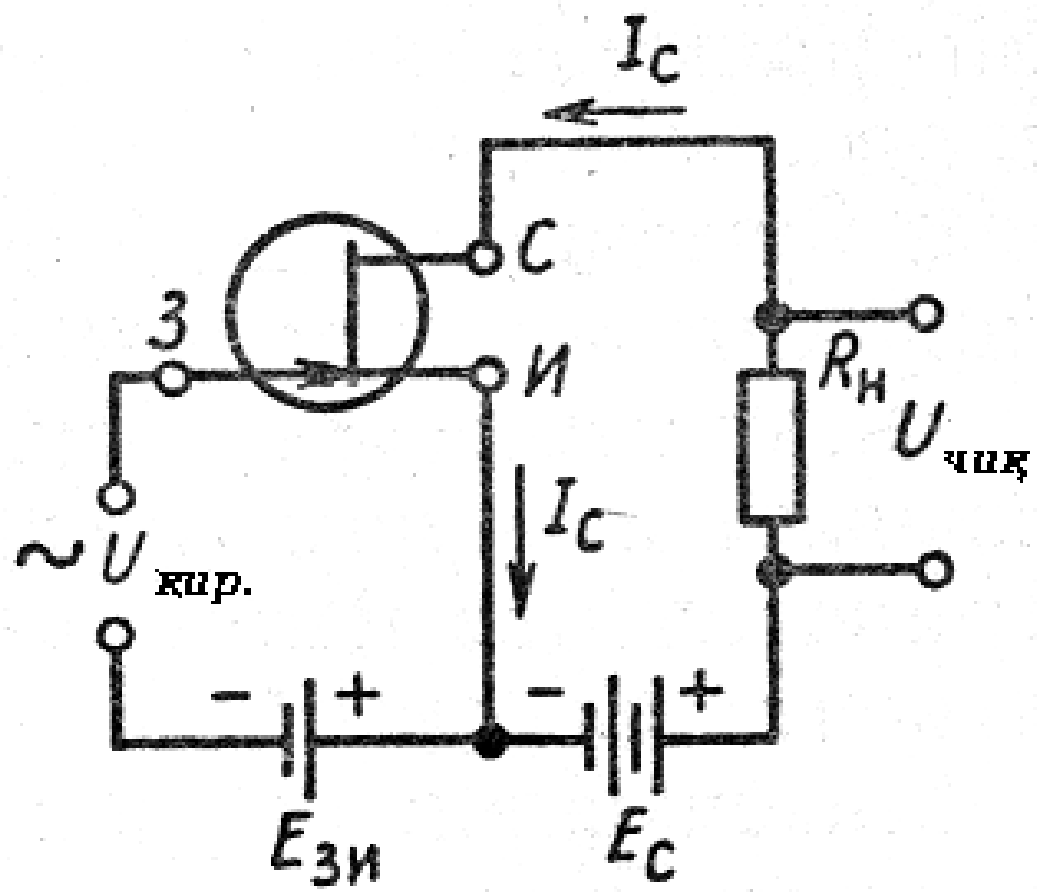
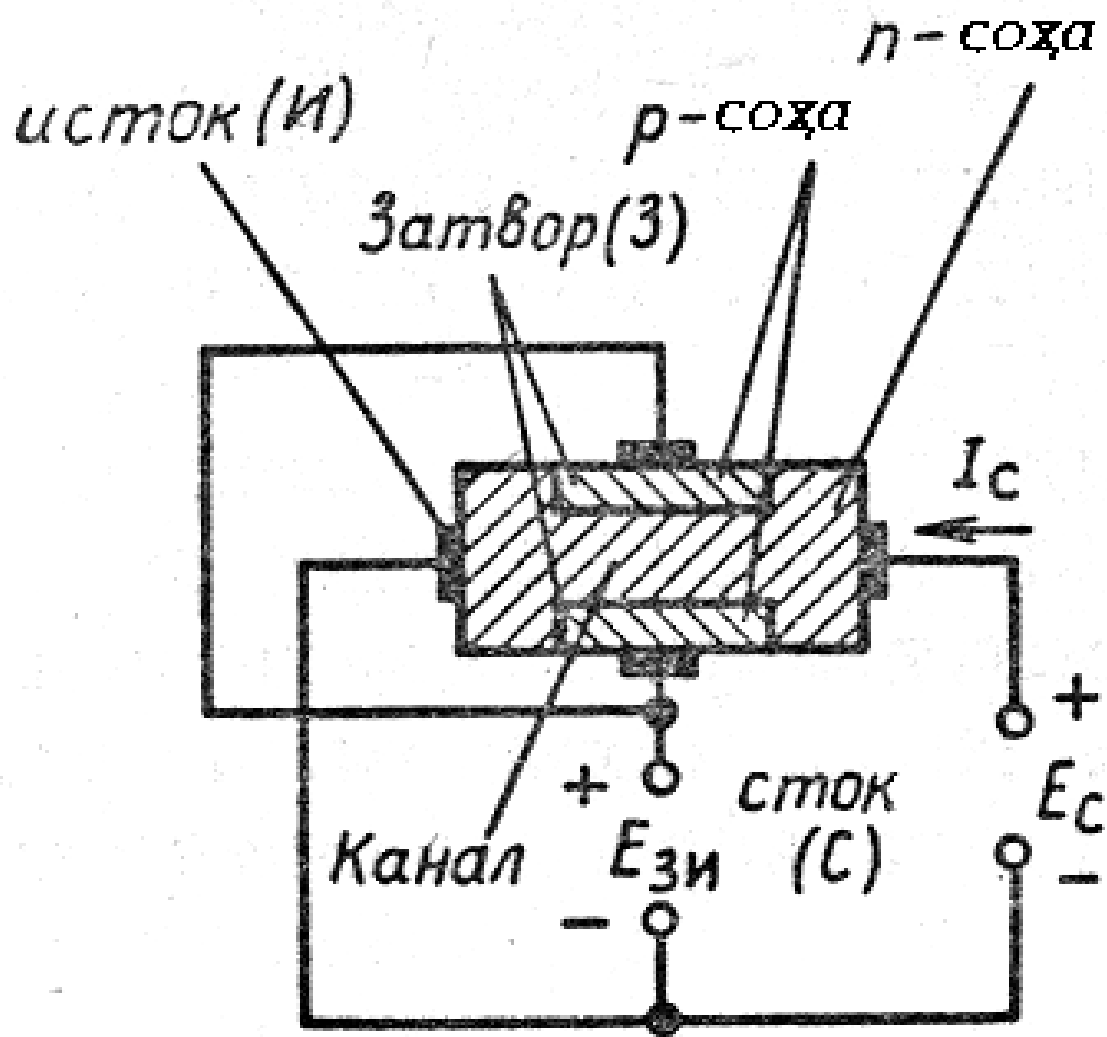
Транзисторнинг турига қараб кириш қаршилигининг қиймати бир неча Ом дан бир қанча ўнлаб Ом диапазонида бўлади.

2. Майдон транзисторлари.

Олдин биз кўрган қўш қутбли транзисторларда кириш қаршилиги ток билан бошқарилиб, уларнинг кичик эканлиги асосий камчиликларидан биридир. Шунинг учун мутахассислар томонидан кириш қаршилиги катта бўлган майдон транзистори ишлаб чиқарилди. Бу яримўтказгичли асбобда чиқиш токи электр майдон ёрдамида бошқарилганлиги учун транзистор майдон транзистори номини олган.

Майдон транзистори уч электродли яримўтказгичли асбоб бўлиб, унда исток, затвор, канал ва сток соҳалари бўлиб, яримўтказгич қатлам қалинлигини ўзгариш ҳисобига чиқиш токи бошқарилади.

Ҳозирги вақтда икки турдаги майдон транзисторлар: р-п-ўтиш билан бошқариладиган транзистор ва МДЯ-транзистор (метал-диэлектрик-яримўтказгич структурали) лардан электроника соҳасида кенг фойдаланилади.



3- расм. Бошқариладиган р-п-ўтиш майдон транзисторининг тузилиши, шартли белгиланиши ва уланиш схемаси

Затвори р-п-ўтишли майдон транзисторининг тузилиши ва уланиш схемаси 3 - расмда кўрсатилган. Бундай транзисторнинг асосий элементи п-турдаги яримўтказгич бўлиб, унинг икки томонида р-турдаги қатлам қотишмани суюлтириш ёки диффузия усулида вужудга келтирилади. Уларга уланган омик контактни затвор дейилади. Пластина п-тур икки ён қирраларига уланган омик контактларни бирини исток, иккинчисини сток дейилади, Бунда затворлар иккита р-п-ўтиш ҳосил бўлиб, улар орасида юпқа қатламли яримўтказгич канал пайдо қилади.

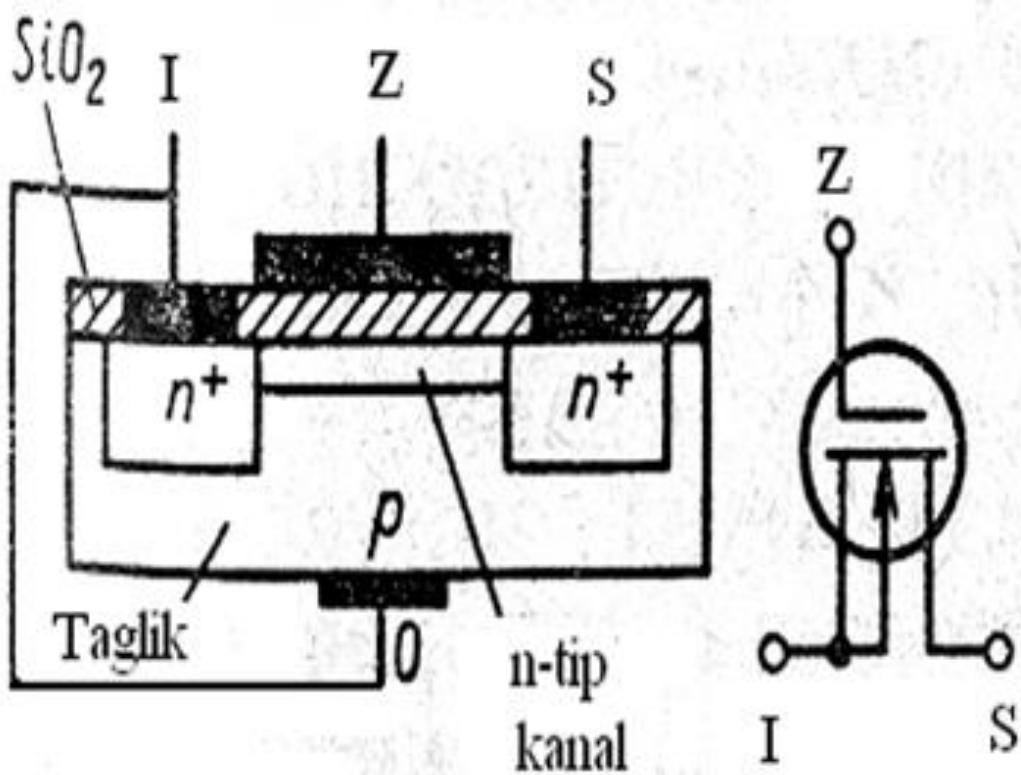
Майдон транзисторининг ишлаш принципи затвор ва истокка қўйилган ташқи кучланиш ҳисобига канал ўтказгич қатлам қалинлигини ўзгаришига асосланган. Дейлик, исток ва сток оралиғига ташқи кучланиш қўйилган бўлсин, яъни истокка маънбани минус қутби улансин. Унда канал орқали истокдан сток томон п-тур яримўтказгич пластинкадаги потенциаллар фарқи таъсирида электронлар ҳаракат қила бошлайди.

Затворга ҳам ташқи кучланиш бериладики, иккала р-п-ўтишларга тескари кучланиш берилади. Затворга берилаётган кучланишни ўзгартириб, п-тур яримўтказгичдаги ташувчиларни пасайтириш мумкин. Буни амалга ошишига сабаб транзистор канал ўтказгич қатламининг кўндаланг кесимини ўзгариш ҳисобига бўлади. Бу нарса канал қаршилигини ўзгартириб, ўз навбатида майдон транзисторининг чиқиш токи I_c ни ўзгартиради.

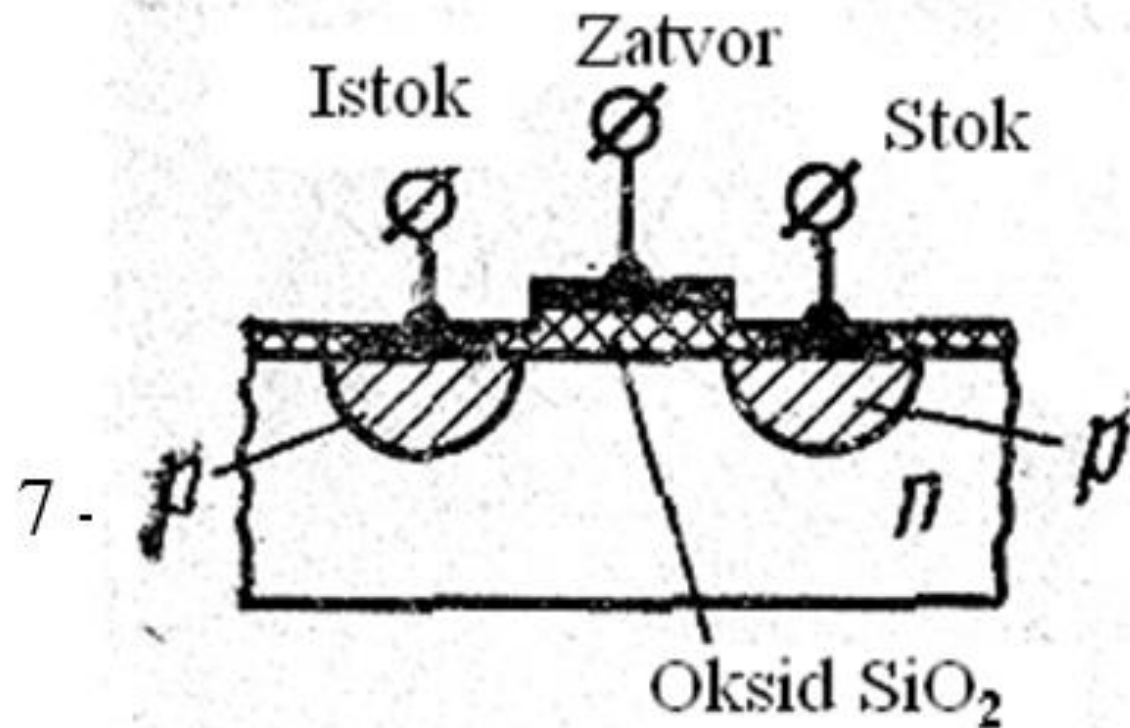
Майдон транзисторини кириш кучланиши U_z дир. Агарда каналга кетма-кет R_c резисторни уласак, затвор кучланиши U_z ўзгариши натижасида мос равишда R_c резисторга тушаётган кучланиш ҳам ўзгаради. Бу ерда ўтишлар тескари кучланиш остида бўлганлиги учун уларнинг қаршилиги бўлади. Кириш токи эса канал токига нисбатан анча кичик. Демак, кириш қуввати унча катта бўлмай, чиқиш қуввати I_c ва R_c қаршилик билан аниқланиб, киришни анча марта оширади. Шундай қилиб, майдон транзистор кучайтирувчи асбобдир.

Канал қаршилигини бошқариш усулининг бошқа усули, яримўтказгич ҳажмидан изоляцияланган электрод потенциал ўзгариши канал қаршилигини ўзгартиради. Шу принципга асосланган транзисторларни затвори изоляцияланган майдон транзисторлар дейилади ёки МДЯ-транзисторлар дейилади. Кўпчилик ҳолларда, диэлектрик сифатида кремний тўрт оксидидан (SiO_2) фойдиланилади.

МДЯ-транзисторларни ишлаш принципи яримўтказгич ҳажмининг қолган қисмидан фарқли яримўтказгич ҳажми ва яримўтказгич сиртидаги изоляцияланган электрод оралиғида заряд ташувчилар қатлами вужудга келади.



6 - расм. Канали киритилган майдон транзисторининг структураси ва шартли тасвирлаш схемаси.



7 - расм. Индукцион канали МДЯ транзистор структураси

Шуни ҳисобига яримўтказгичда изоляцияланган электрод кучланишни ўзгартириб, заряд ташувчилар концентрацияси юқори бўлган қатлам – канал ҳосил қилиб уни каршилигини бошқариш мумкин.

МДЯ–транзисторлар технологик тайёрланиши бўйича икки турга булинади: канали киритилган МДЯ-транзистор (6 -расм) ва индукцион каналли МДЯ-транзистор (7 -расм). Биринчи транзисторда затвор ва истокка етарли кучланишда канал сток ва исток оралиғи индукцияланади. Агарда затвор ва исток оралиғида потенциал фарқ нол бўлса, исток ва сток оралиғида ток умуман бўлмайди. Каналли киритилган МДЯ-транзисторларида канал технологик усулда вужудга келтирилади. Бунда затвор ва исток кучланиши бўлмаганда ҳам канал ўтказувчанлиги нолга тенг эмас. Шунинг учун затвор кучланишини ўзгартириб, ўтказувчанликни ортириш ва камайтириш мумкин.

*ЭЪТИБОРЛАРИНГИЗ
УЧУН РАХМАТ*