
3,4 – маъруза

Ўтказгичлар, ярим ўтказгичлар ва диэлектриклар. Диодлар, транзисторлар ва уларнинг ишлаш принциплари. Микросхемалар.

Режа

- Металл (ўтказгич), ярим ўтказгич ва диэлектриклар
 - Диодлар
 - Биполяр транзисторлар
 - Майдоний транзисторлар
 - ИМС-интеграл микросхемалар
-

- Элементларни металл, ярим ўтказгич ва диэлектрикларга бўлиниши жисмни зона структурасидан келиб чикиб абсолют 0 (ноль) хароратда бажарилади.
 - Металларда валентли ва ўтказиш зонаси бир-бирини қоплайди, шунинг учун 0 К да металл электр ўтказиш хусусиятига эга бўлади.
-

Ярим ўтказгич ва диэлектрикларда ўтказиш зонаси 0 К да бўш бўлади ва электр ўтказиш хусусияти бўлмайди. Булар орасидаги фарк ΔE ман этилган зонасининг кенглигига боғлиқ бўлади.

Ярим ўтказгичларда $\Delta E = 0,1 \div 3$ эВ (юқори хароратли асбобларни яратишда қўлланиладиган ярим ўтказгичларда $\Delta E = 3 \div 6$ эВ)

диэлектрикларда эса бу киймат $\Delta E > 6$ эВ ни ташкил этади.

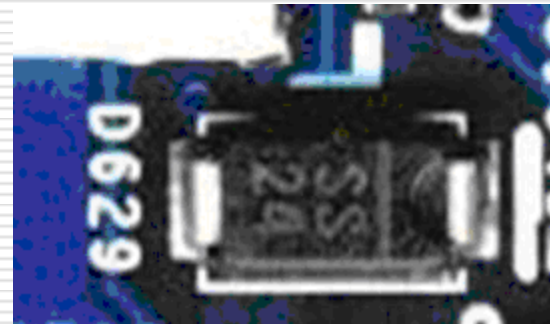
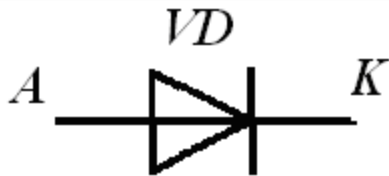
Ярим ўтказгичларда ҳароратнинг бирор қийматида (қиздирилганда) электронларнинг бир қисми ўтказиш зонасига ўтишига керакли бўлган энергияга эга бўлади. Бу электронлар озод электронлар бўлиб қолади, ярим ўтказгич эса – электр ўтказгич бўлиб қолади.

Электронни валент зонасидан кетиши бу зонада бўш энергетик сатҳ пайдо бўлишига олиб келади. Бу энергетик ҳолат ковак номи билан юритилади. Электр майдон таъсирида қўшни атомларнинг валентли электронлари бу озод сатҳга ўтиши ва ўз жойида коваклар қолдириши мумкин. Бундай ҳаракатни мусбат зарядланган зарядлар – коваклар ҳаракати сифатида кўриб чиқиш мумкин.

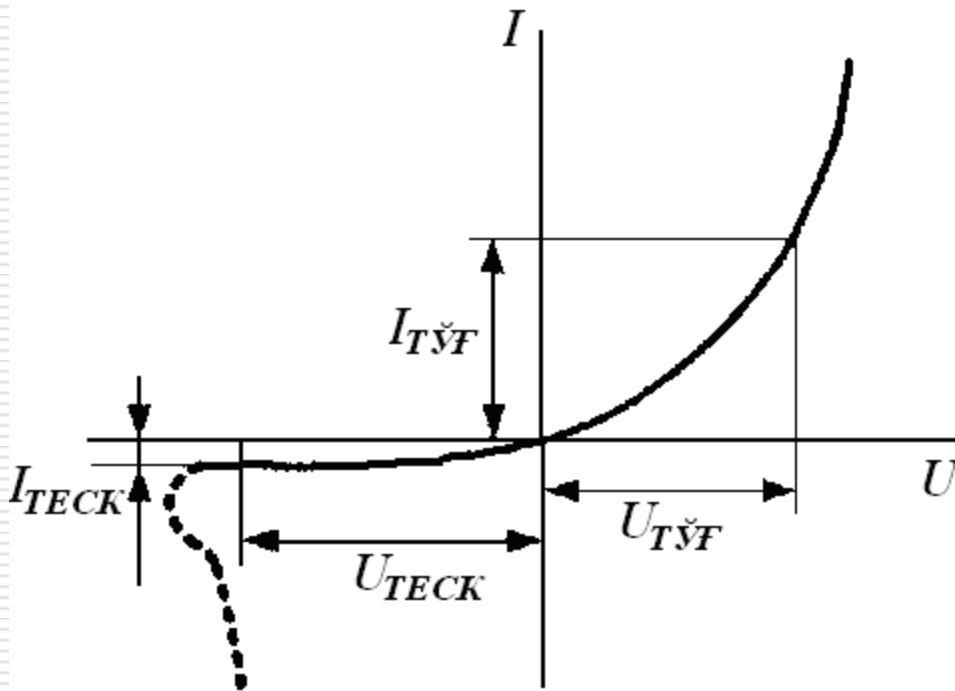
Озод электронлар ҳаракати орқали бўладиган электр ўтказувчанлик **электронли** (*n-ўтиш*), коваклар ҳаракатидан келиб чиқадиган электр ўтказувчанлик эса **ковакли** (*p-ўтиш*) ўтиш дейилади.

Яримўтказгич диод таърифи ва шартли белгиси

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



Яримўтказгичли диод ВАХи



$$I = I_0 (\exp(U / A\phi_T) - 1)$$

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

Диодни асосий параметрлари

- 1. Статик қаршилик

$$R_{ст} = \frac{u_D}{i_D} \quad [Ом] ;$$

- 2. Дифференциал қаршилик

$$r_{диф} = \frac{\Delta u}{\Delta i} \quad [Ом] ;$$

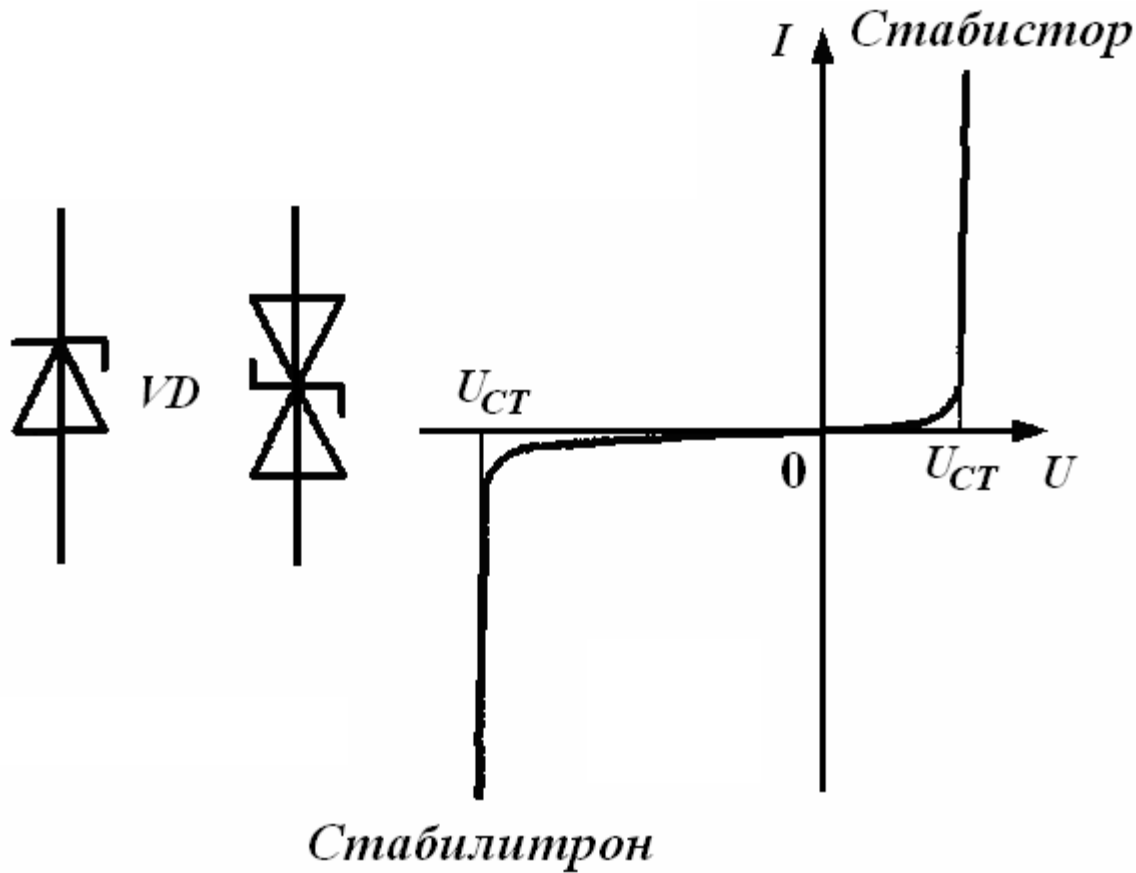
- 3. Характеристика тиклиги

$$S = \frac{\Delta i}{\Delta u} \quad [А/В] .$$

Стабилитронлар

- **Стабилитрон** деб схемаларда кучланиш қийматини барқарор (стабил) сақлаб турувчи яримўтказгич асбобга айтилади. Стабилитрон сифатида ВАХида ток қиймати кескин ўзгарганда кучланиш деярли ўзгармайдиган соҳа мавжуд бўлган электрон асбоблардан фойдаланилади. Бундай соҳа кремнийли яримўтказгич диод электр тешилиш режимида ишлаганда кузатилади. Шунинг учун яримўтказгич стабилитрон сифатида кремнийли диодлардан фойдаланилади.
-

Стабилитрон шартли белгиси ва ВАХи

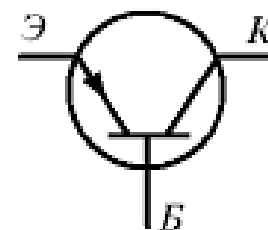
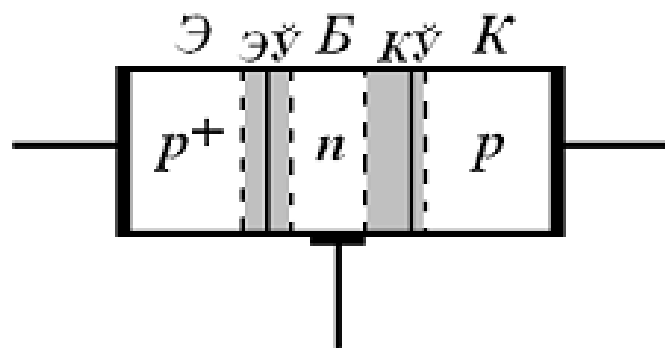


Биполяр транзистор

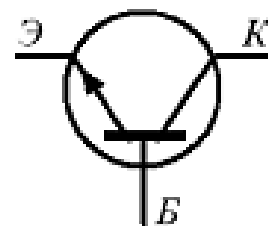
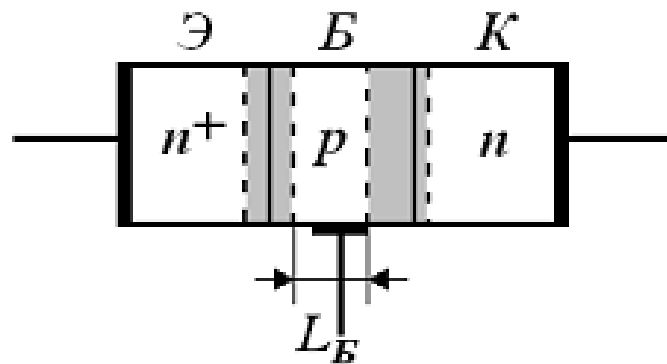
- *Биполяр транзистор* (БТ) деб ўзаро таъсирлашувчи иккита p-n ўтишдан ташкил топган ва сигналларни ток, кучланиш ёки қувват бўйича кучайтирувчи уч электродли яримўтказгич асбобга айтилади.
 - БТда ток ҳосил бўлишида икки хил (биполяр) заряд ташувчилар – электронлар ва коваклар иштирок этади.
-

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

а)

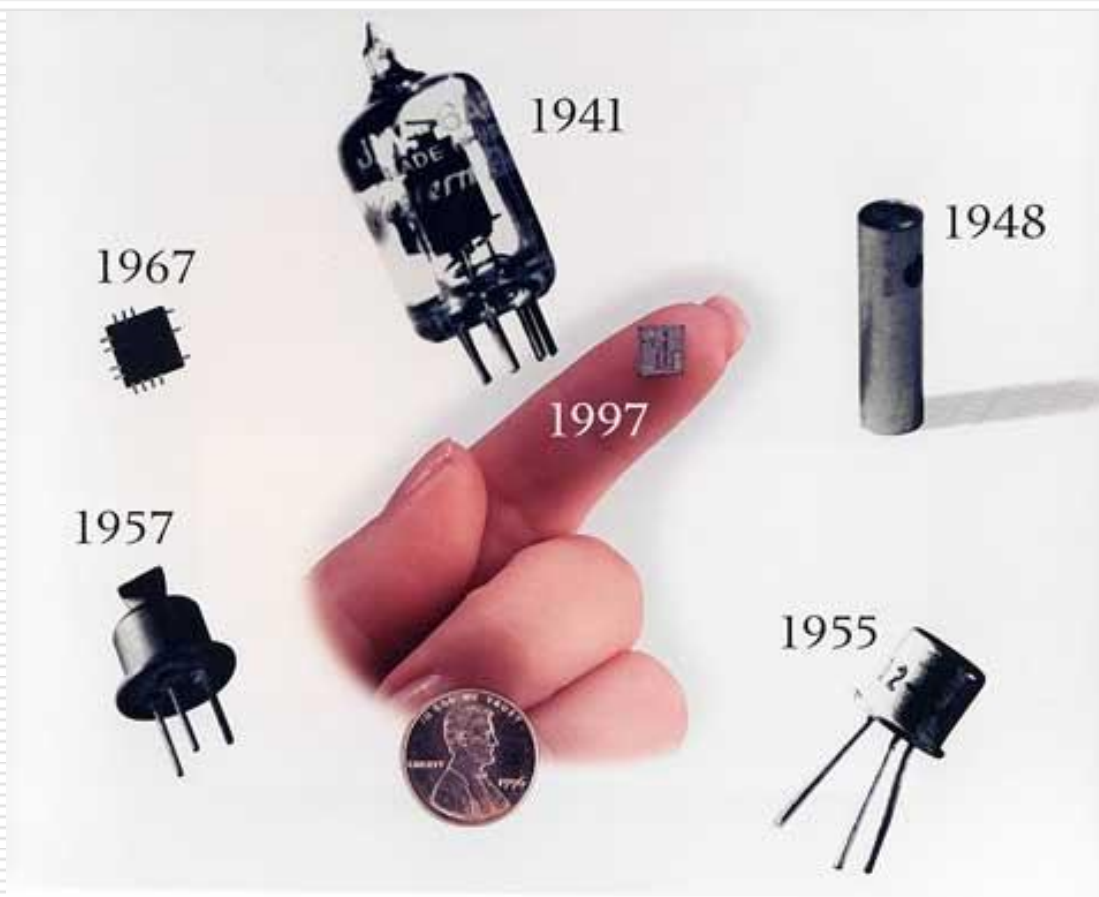


б)



Биринчи транзистор (1957 й.) ва операцион кучайтиргич (1967 й.)





1941

1948

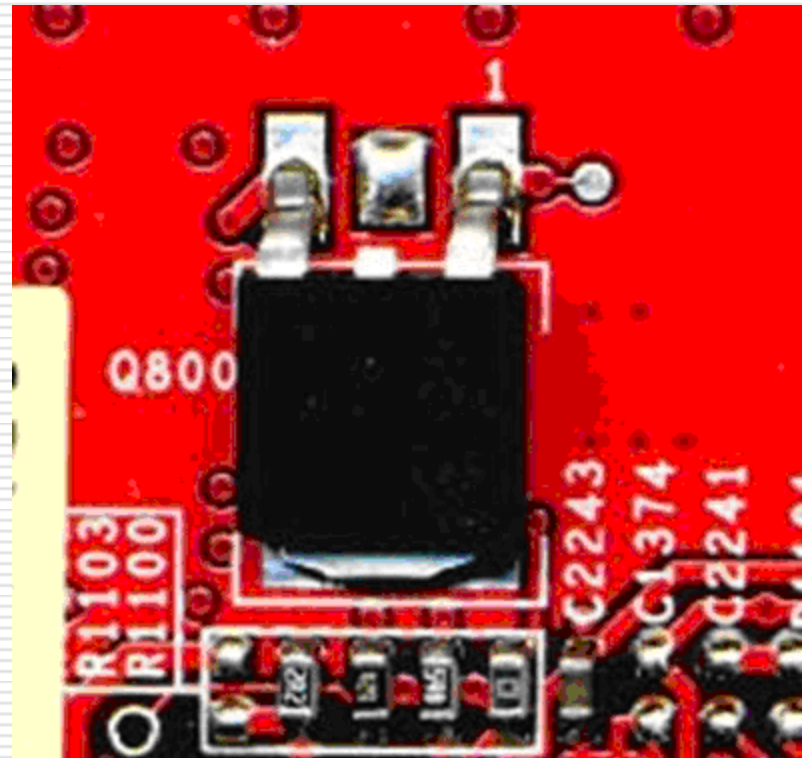
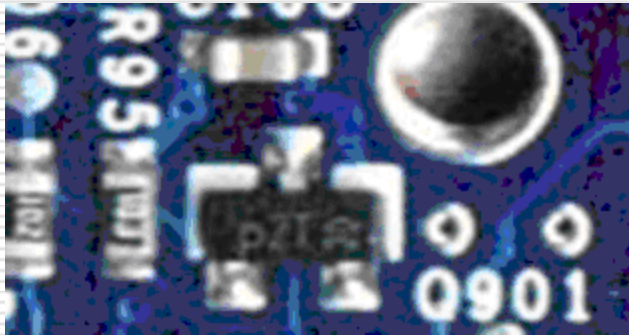
1997

1955

1957

1967

Замонавий транзисторлар



БТ электродлари

- Транзисторнинг кучли легирланган чекка соҳаси (n+-соҳа) *эмиттер* деб аталади ва у заряд ташувчиларни *база* деб аталувчи ўрта соҳага (p-соҳа) инжекциялайди. Кейинги чекка соҳа (n-соҳа) *коллектор* деб аталади. У эмиттерга нисбатан кучсизроқ легирланган бўлиб, заряд ташувчиларни база соҳасидан экстракциялаш учун хизмат қилади. Эмиттер ва база оралиғидаги ўтиш *эмиттер ўтиши*, коллектор ва база оралиғидаги ўтиш эса *коллектор ўтиши* деб аталади.
-

БТ ишчи режимлари

- Ташқи кучланиш манбалари ($U_{эб}$, $U_{кб}$) ёрдамида эмиттер ўтиш тўғри йўналишда, коллектор ўтиш эса – тескари йўналишда силжийди. Бу ҳолда, транзистор *актив* ёки нормал режимда ишлайди ва унинг кучайтириш хоссалари намоён бўлади.
 - Агар эмиттер ўтиш тескари йўналишда, коллектор ўтиш эса тўғри йўналишда силжиган бўлса, у ҳолда бу транзистор *инверс* ёки тескари уланган деб аталади.
 - Транзистор рақамли схемаларда қўлланилганда у *тўйиниш* режимда (иккала ўтиш ҳам тўғри йўналишда силжиган), ёки *берк* режимда (иккала ўтиш тескари силжиган) ишлаши мумкин.
-

БТ асосий параметрлари

□ Кириш қаршилиги: $R_{КИР} = \frac{\Delta u_{КИР}}{\Delta i_{КИР}}$ [Ом] ;

□ Чиқиш қаршилиги: $R_{ЧИК} = \frac{\Delta u_{ЧИК}}{\Delta i_{ЧИК}}$ [Ом] ;

□ Ток бўйича кучайтириш коэффициенти: $K_I = \frac{\Delta i_{ЧИК}}{\Delta i_{КИР}}$;

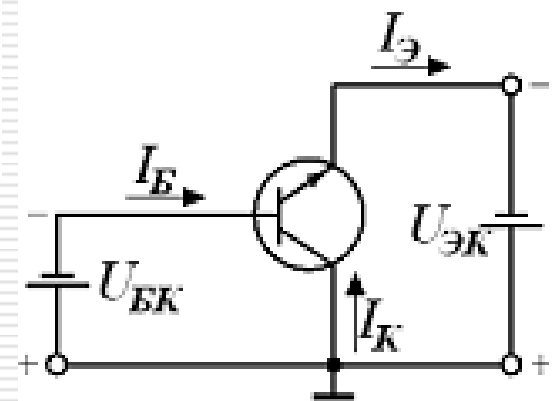
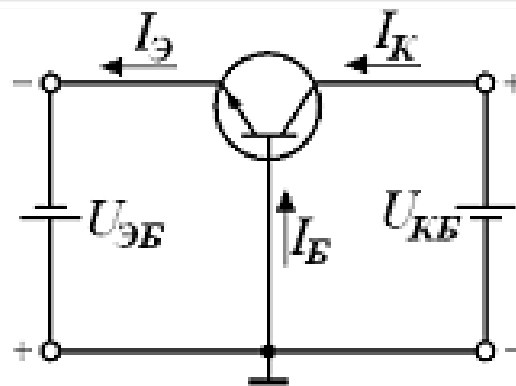
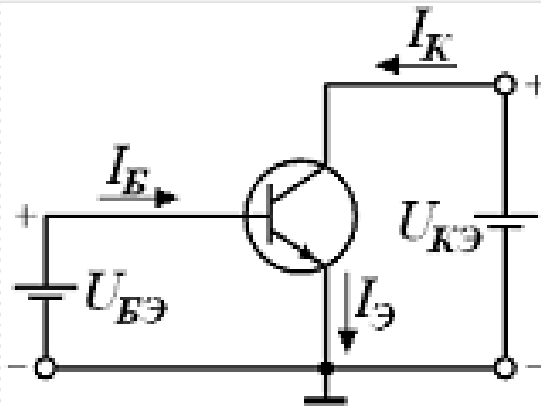
□ Кучланиш бўйича кучайтириш коэффициенти: $K_U = \frac{\Delta u_{ЧИК}}{\Delta u_{КИР}}$;

□ Қувват бўйича кучайтириш коэффициенти: $K_P = K_I \cdot K_U$.

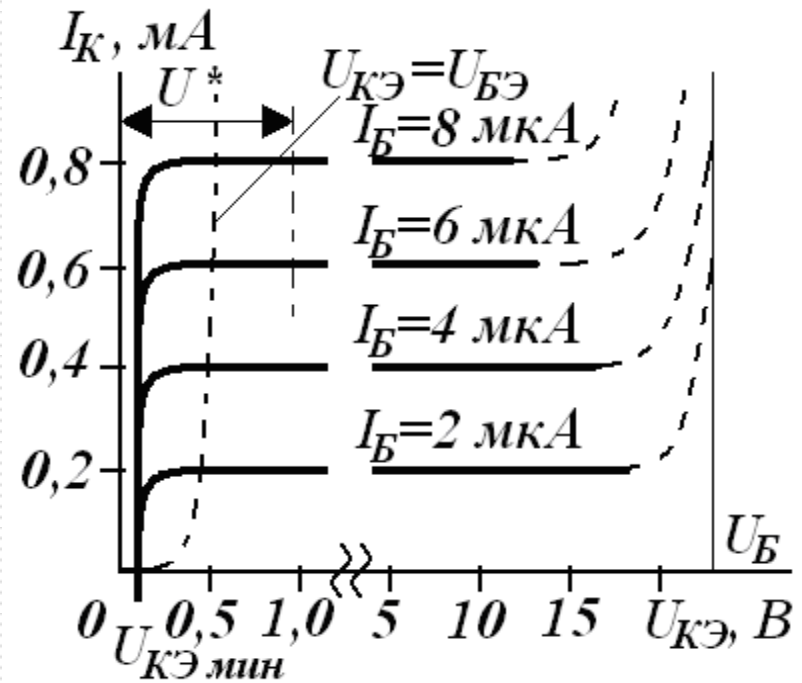
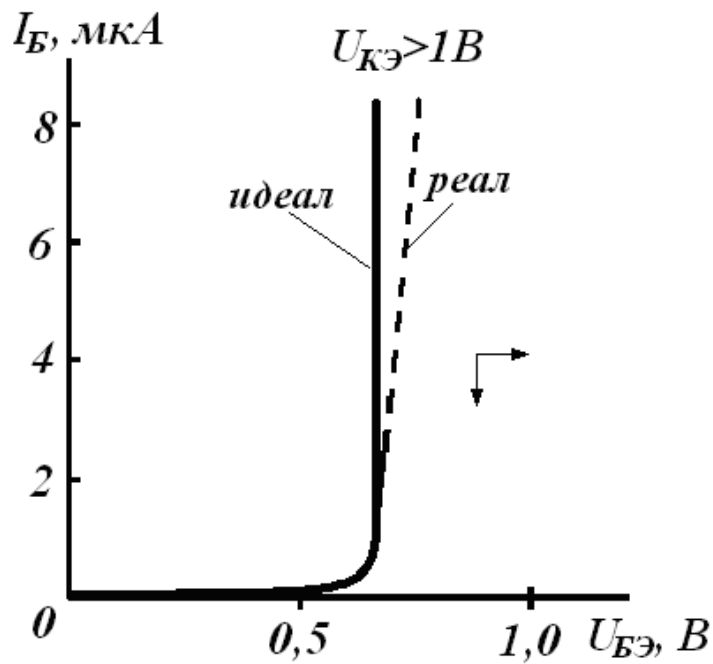
БТнинг уланиш схемалари

- БТда электродлар учта бўлгани сабабли, уч хил уланиш схемалари мавжуд:
 - *умумий база (УБ);*
 - *умумий эмиттер (УЭ);*
 - *умумий коллектор (УК).*
 - Бунда БТ электродларидан бири схеманинг кириш ва чиқиш занжирлари учун умумий, унинг ўзгарувчан ток (сигнал) бўйича потенциали эса нолга тенг қилиб олинади.
-

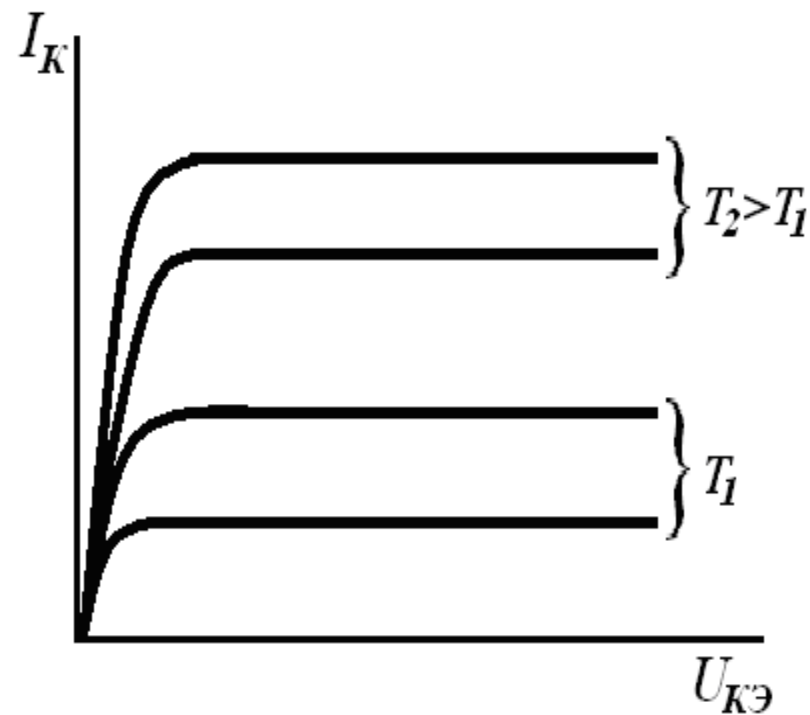
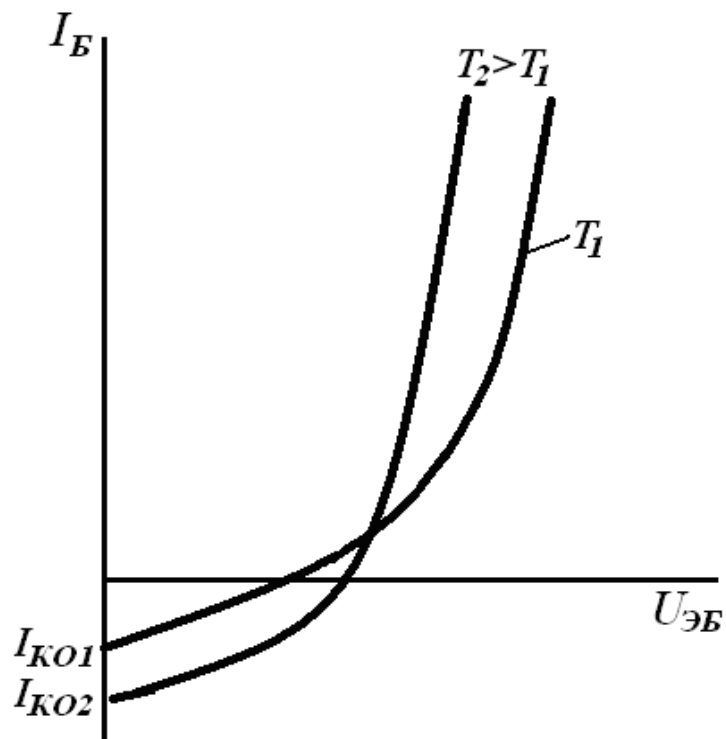
БТнинг уланиш схемалари



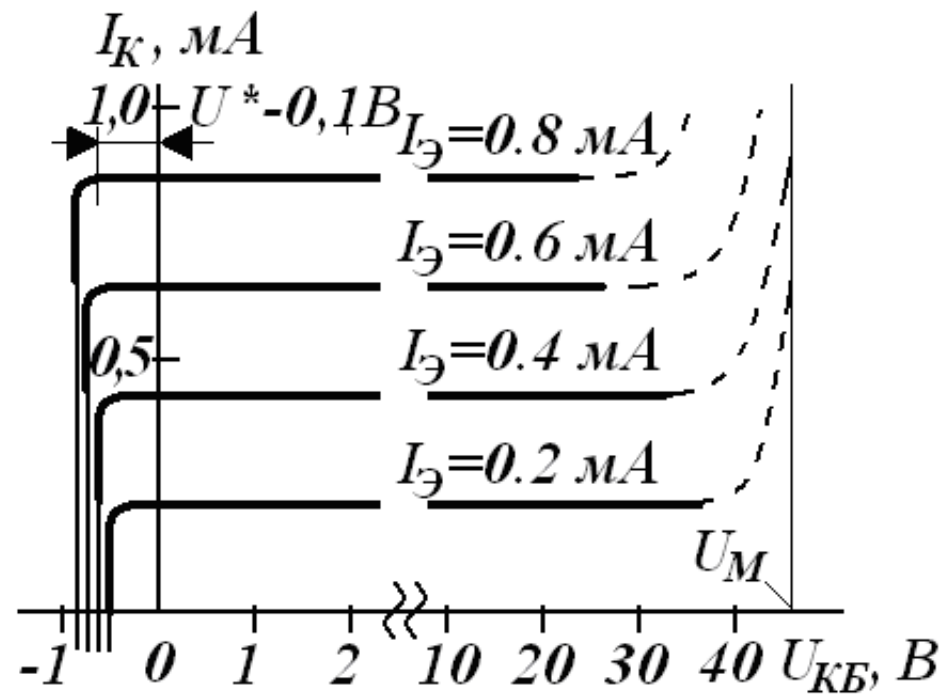
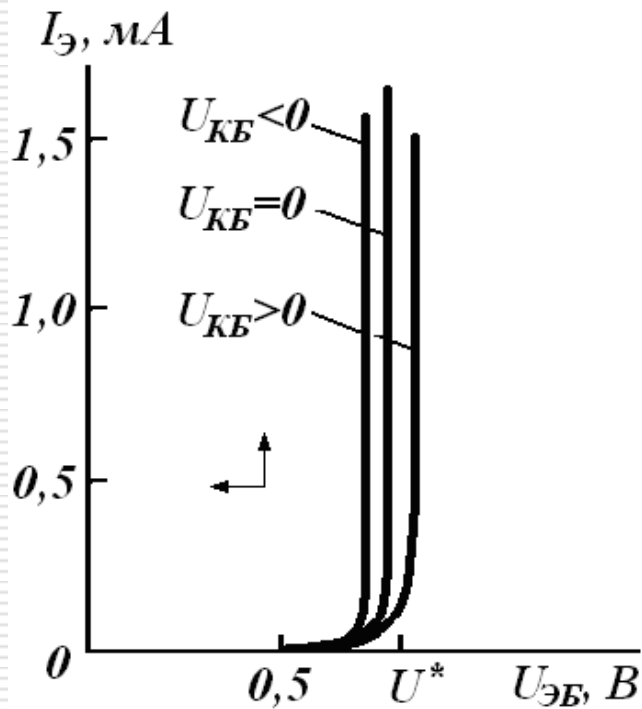
УЭ уланиш схемасидаги БТнинг статик электрод характеристикалари



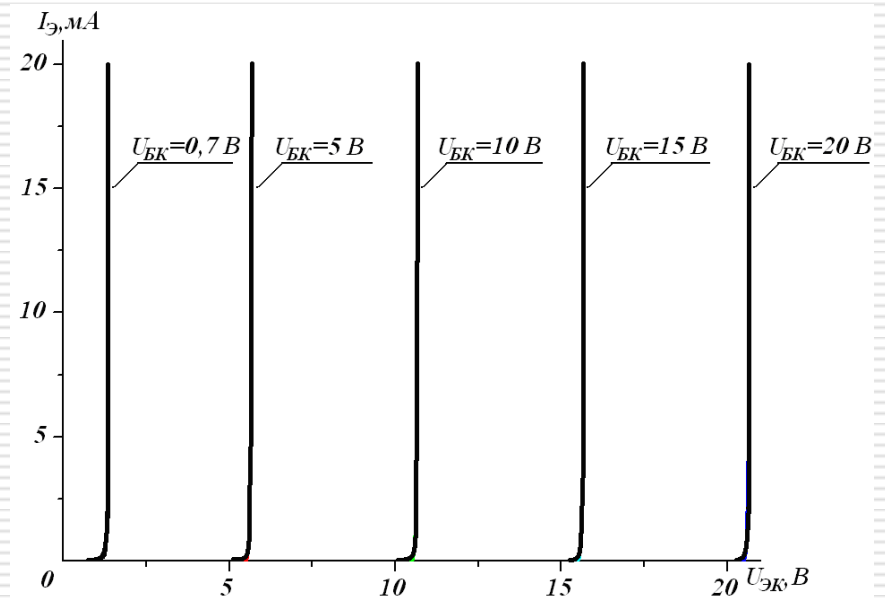
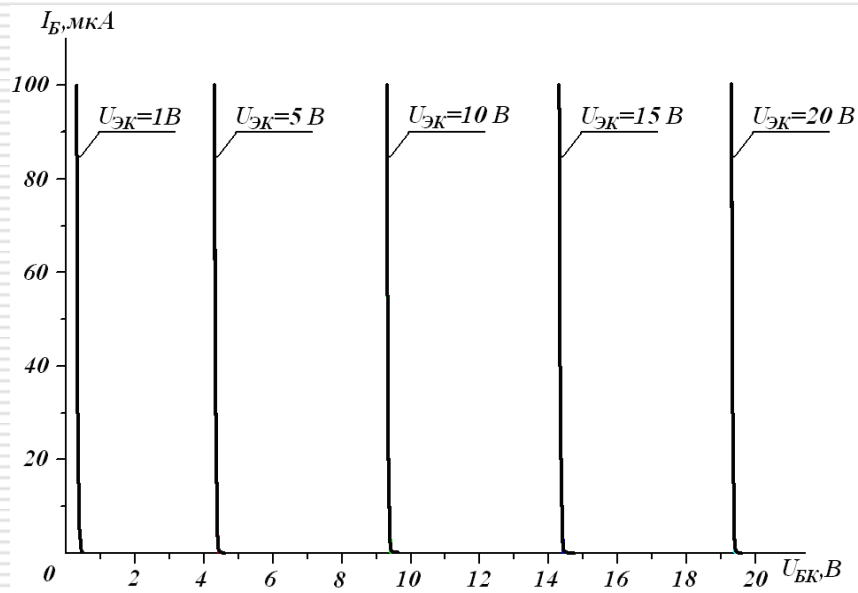
УЭ уланиш схемасидаги БТнинг статик электрод характеристикаларининг температурага боғлиқлиги



УБ уланиш схемасидаги БТнинг статик электрод характеристикалари



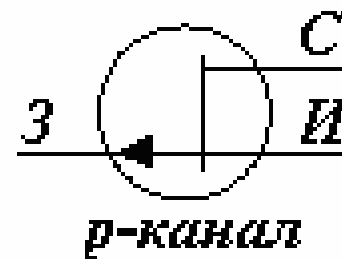
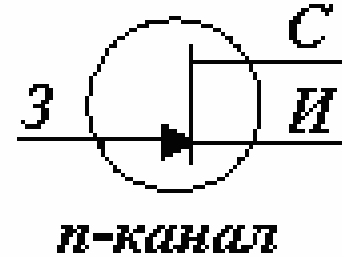
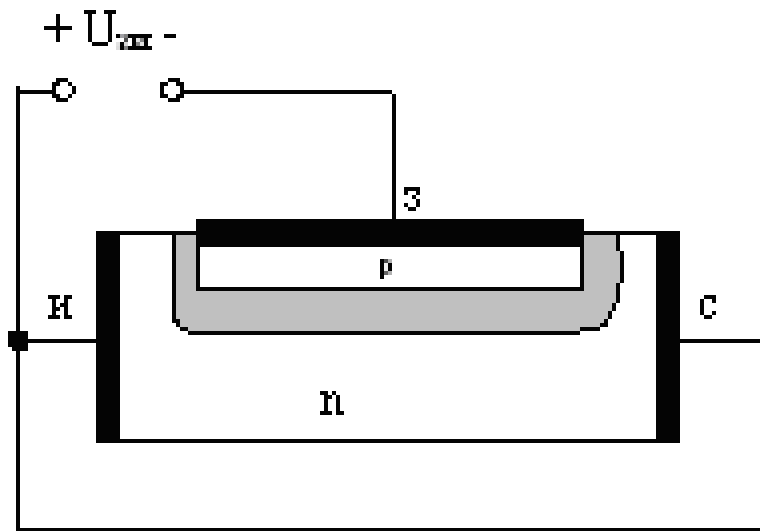
УК уланиш схемасидаги БТнинг статик электрод характеристикалари



Майдоний транзистор

- *Майдоний транзистор* (МТ) деб электрод токлари асосий заряд ташувчиларнинг кристалл ҳажмидаги электр майдон таъсирида дрейф ҳаракатланишига асосланган уч электродли, кучланиш билан бошқариладиган яримўтказгич асбобга айтилади.
 - МТларда ток ҳосил бўлишида фақат бир турли– асосий заряд ташувчилар (электронлар ёки коваклар) қатнашгани сабабли улар баъзан *униполяр транзисторлар* деб аталади.
 - МТларда, БТлардаги каби тезкорликка таъсир этувчи инжекция ва экстракция натижасида ноасосий заряд ташувчиларнинг тўпланиш жараёнлари мавжуд эмас.
-

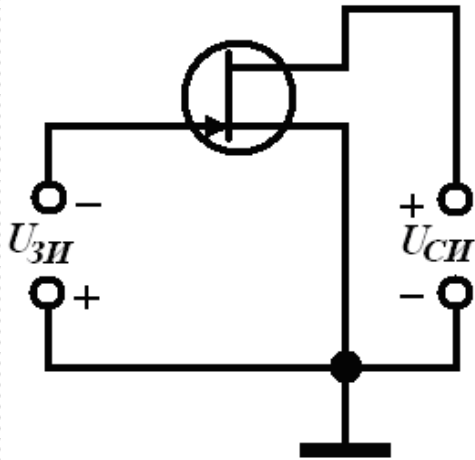
р–п ўтиш билан бошқарилувчи МТлар тузилмаси ва уларнинг схемада шартли белгиланиши



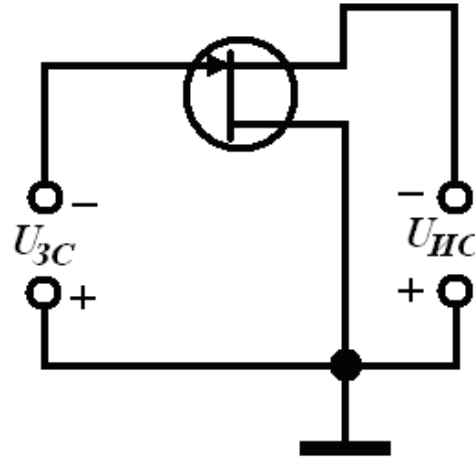
МТнинг уланиш схемалари

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

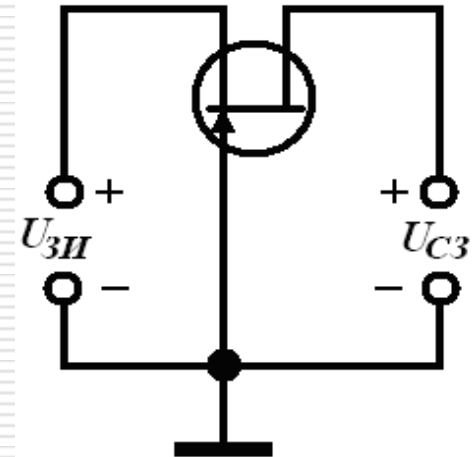
МТнинг уланиш схемалари



Умумий исток

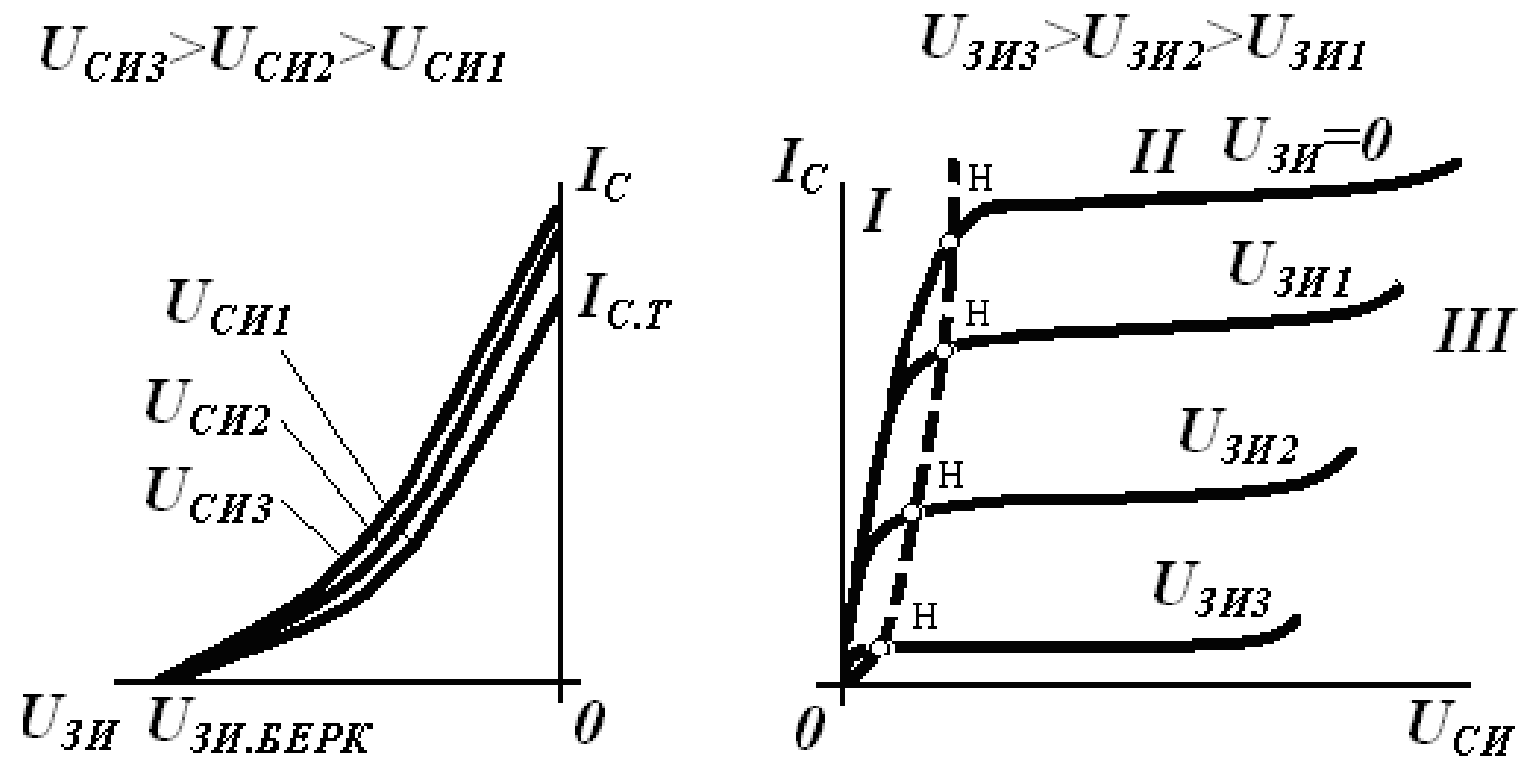


Умумий сток



Умумий затвор

УИ уланиш схемасидаги МТнинг статик электрод характеристикалари



МТ ишчи режимлари

- Каналнинг кўндаланг кесими нольга тенг бўладиган вақтдаги затвор кучланиши *беркилиш кучланиши* $U_{ЗИ.БЕРК.}$ деб аталади ва бу вақтда транзистор истоки стокдан узилиб қолади, яъни *берк режимда* ишлайди.
- $|U_{ЗИ}| + U_{СИ.ТҮЙ.}$ кучланиш беркилиш кучланишига $U_{ЗИ.БЕРК.}$ га тенг бўладиган вақтдаги сток кучланиши *тўйиниш кучланиши* $U_{СИ.ТҮЙ.}$ деб аталади.
- Бу ердан $U_{СИ.ТҮЙ.} = |U_{ЗИ.БЕРК.}| - |U_{ЗИ}|$
- $U_{СИ} \leq U_{СИ.ТҮЙ.}$ вақтдаги транзисторнинг ишчи режими *текис ўзгариш* режими, $U_{СИ} \geq U_{СИ.ТҮЙ.}$ вақтдаги транзисторнинг ишчи режими эса *тўйиниш* режими деб аталади. Тўйиниш режимида $U_{СИ}$ кучланиш қийматининг ортишига қарамай I_C токининг ортиши деярли тўхтайдди. Бу ҳолат бир вақтнинг ўзида затвордаги $U_{ЗИ}$ кучланишининг ҳам ортиши билан тушунтирилади. Бу вақтда канал тораяди ва I_C токини камайишига олиб келади. Натижада I_C дрейфрли ўзгармайди.

МТ асосий параметрлари

- Характеристика тиклиги

$U_{СИ} = \text{const}$ бўлгандаги

$$S = \frac{\partial I_c}{\partial U_{ЗИ}} \quad ;$$

- Ички (дифференциал) қаршилик

$U_{ЗИ} = \text{const}$ бўлгандаги

$$R_i = \frac{\partial U_{СИ}}{\partial I_c} \quad ;$$

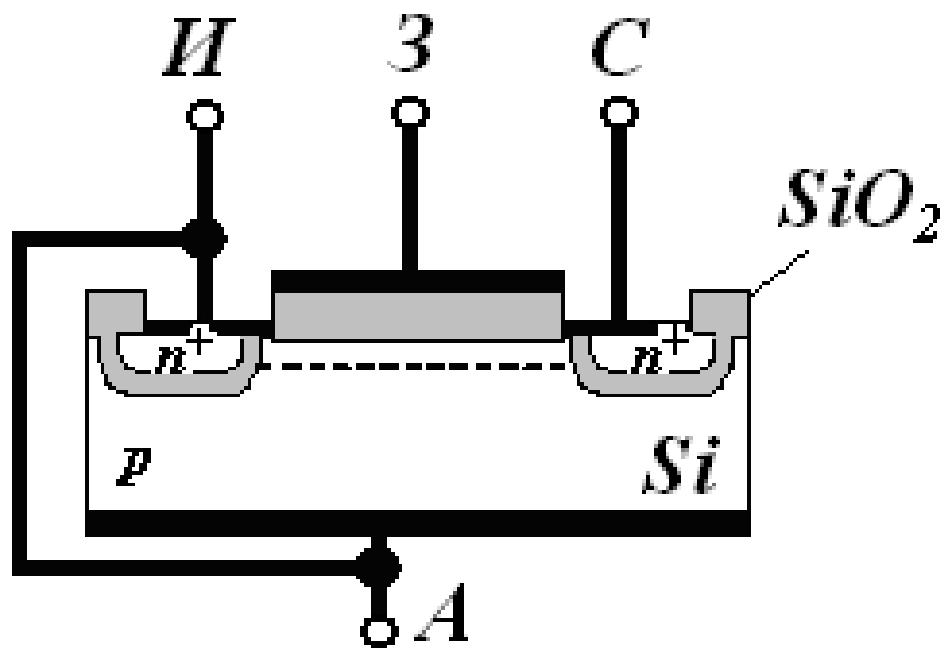
- Кучланиш бўйича кучайтириш коэффициенти

$I_c = \text{const}$ бўлгандаги

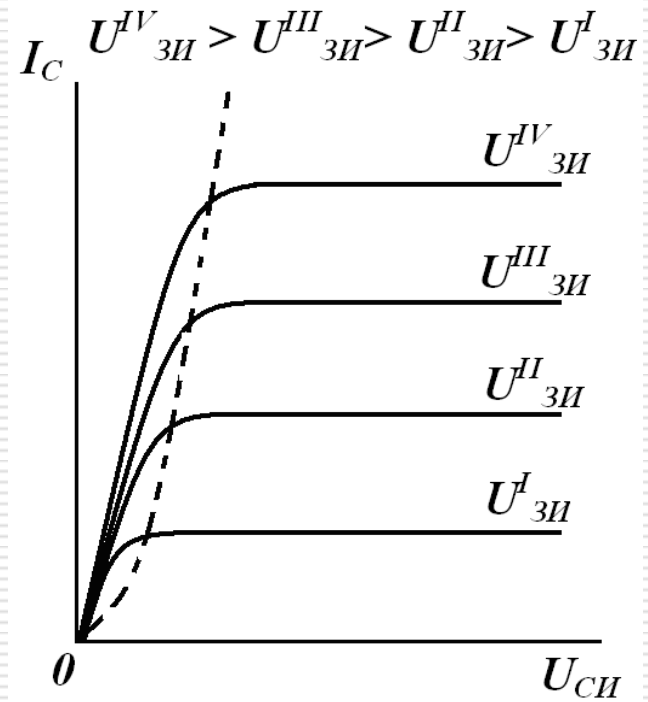
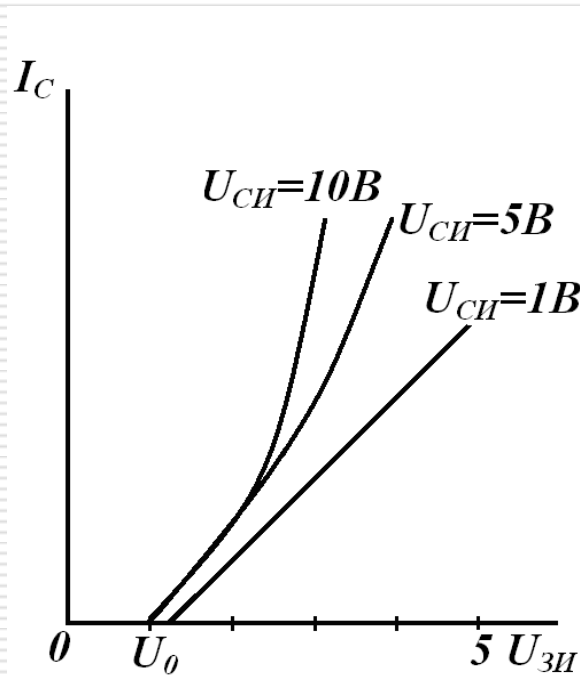
$$\mu = \frac{\partial U_{СИ}}{\partial U_{ЗИ}} \quad .$$

- Кичик сигнал параметрлари ўзаро $\mu = SR_i$ ифода билан боғланган.
-

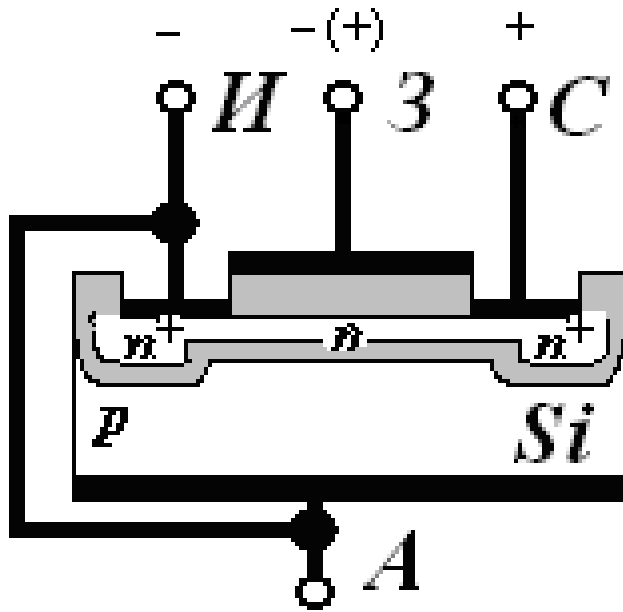
Канали индукцияланган МДЯ – транзисторлар тузилмаси ва уларнинг схемада шартли белгиланиши



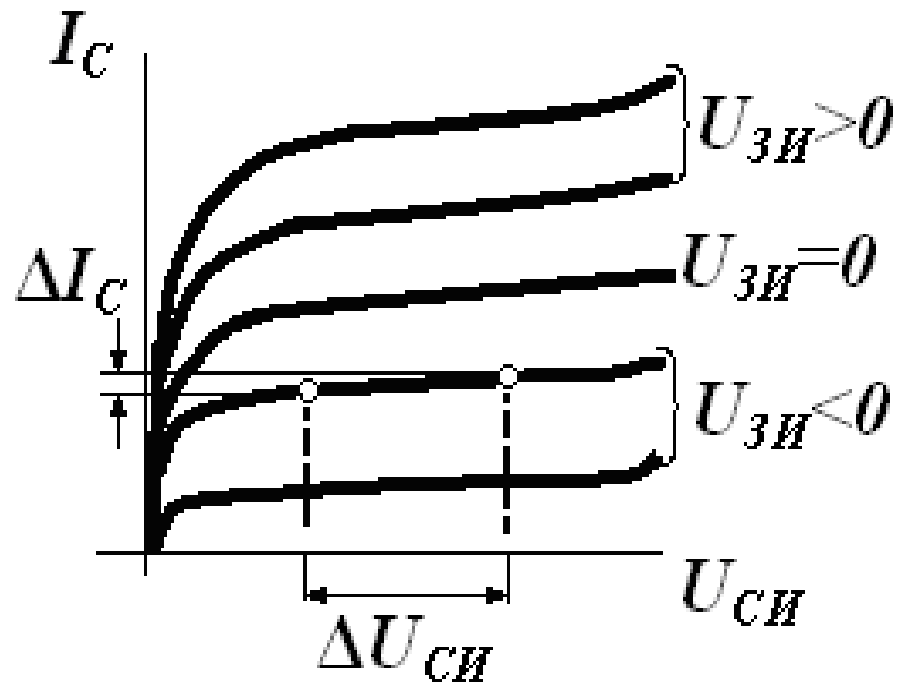
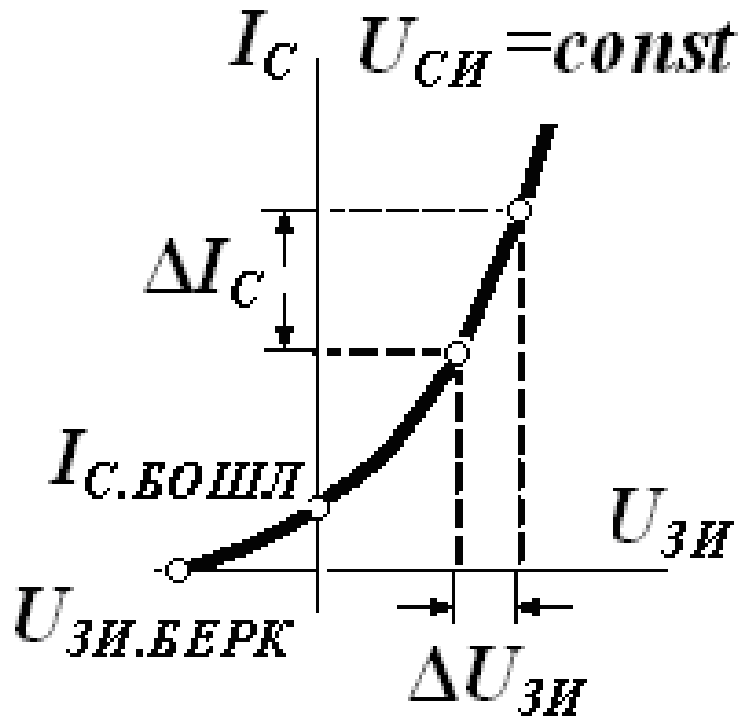
УИ уланиш схемасидаги канали индукцияланган МДЯ транзисторнинг статик электрод характеристикалари



Канали қурилган МДЯ – транзисторлар тузилмаси ва уларнинг схемада шартли белгиланиши



УИ уланиш схемасидаги канали қурилган МДЯ транзисторнинг статик электрод характеристикалари



-
- Биринчи ИМСлар 1958 йилда яратилди. ИМСларнинг ҳажми ихчам, оғирлиги кам, қувват сарфи кичик, ишончлилиги юқори бўлиб, ҳозирги кунда уч конструктив – технологик вариантларда ишлаб чиқарилмоқда: қалин ва юпқа *пардали*, *яримўтказгичли* ва *гибрид*.
-

Биринчи ИМС

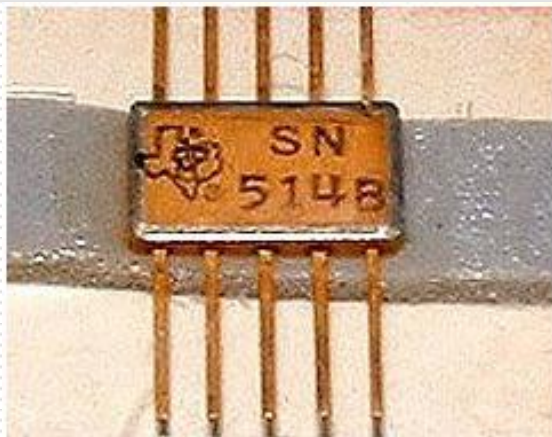


-
- 2000 йилда Джек Килби , Кремер и Жорес Алферовлар биринчи ИМС яратишганлиги учун Нобель мукофотига сазовор бўлишган (Роберт Нойс бу вақтда хаётдан кўз юмган эди).
-

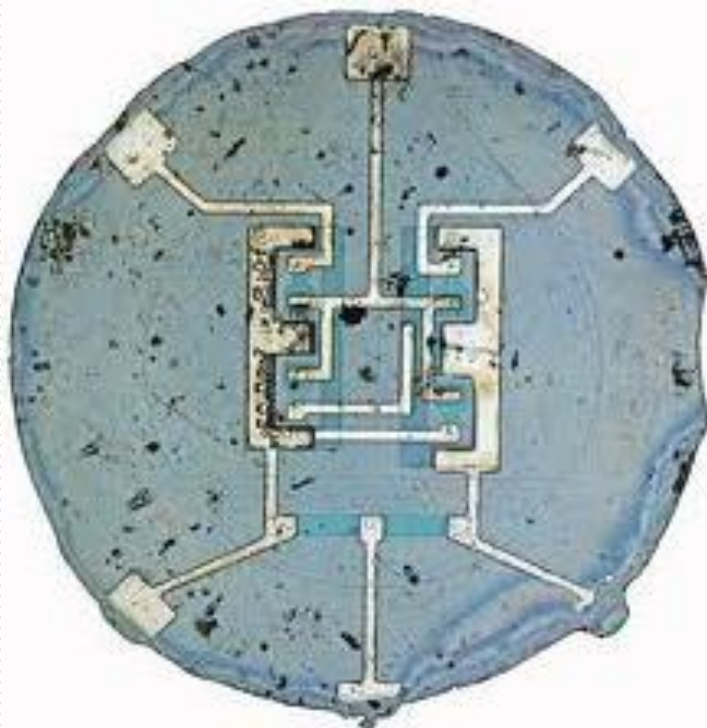
Анди Гроув, Роберт Нойс ва Гордон Мур



Биринчи ИМСлар (1960 -1962 йй.)



Биринчи планар ва гибрид ИМСлар



-
- 1965 йилдан буён микроэлектрониканинг ривожига Г. Мур қонунига мувофиқ бормоқда, яъни ҳар икки йилда замонавий ИМСлардаги элементлар сони икки марта ортмоқда. Ҳозирги кунда элементлар сони миллионга бўлган ўта катта ва триллионга бўлган гига катта ИМСлар ишлаб чиқарилмоқда.
-

Жорес Алферов

- 1970 йилларда бошлаган гетеротузилмаларда инжекция ҳодисаси, идеал гетеротузилмалар - арсенид алюминий-арсенид галлийлар, иккиланган гетеротузилмалар асосида яримўтказгичли лазер, биринчи биполяр гетеротранзисторлар ва гетеротузилмалар асосида қуёш батареяларини яратганлиги учун 2000 йилда академик Ж.И.Алферов Нобель мукофотига сазовор бўлган.



-
- **Наноэлектроника** ўлчамлари 0,1 дан 100 нм гача бўлган яримўтказгич тузилмалар электроникаси бўлиб, микроэлектрониканинг микроминиатюрлаш йўлидаги мантиқий давоми ҳисобланади. У қаттиқ жисм физикаси, квант электроникаси, физикавий – кимё ва яримўтказгичлар электроникасининг сўнгги ютуқлари негизидаги қаттиқ жисмли технологиянинг бир қисмини ташкил этади.
-

-
- Интеграл микроэлектроника ва наноэлектроника билан бир вақтда *функционал электроника* ҳам ривожланмоқда. Электрониканинг бу йўналиши ананавий элементлар (транзисторлар, диодлар, резисторлар ва конденсаторлар)дан воз кечиш ва қаттиқ жисмдаги турли физик ҳодиса (оптик, магнит, акустик ва ҳ.к.)лардан фойдаланиш билан боғлиқ. Функционал электроника асбобларига акустоэлектрон, магнитоэлектрон, криоген асбоблар ва бошқалар киради.
-

ИМСлар классификацияси

- Интеграция даражасига кўра: *кичик, ўрта, катта, ўта катта, ультра катта ва гига катта ИМСлар*;
 - Қабул қилинаётган, сақланаётган ва ишлов берилаётган сигнал турига кўра: *аналог ва рақамли ИМСлар*;
 - Тайёрланиш конструктив-технологик турига кўра: *яримўтказгичли, пардали ва гибрид ИМСлар*;
 - Актив элемент турига кўра: *биполяр транзисторли ва МДЯ-транзисторли ИМСлар*;
 - Истеъмол қувватига кўра: *кам қувватли, ўрта қувватли, катта қувватли ИМСлар*;
 - Ишчи частотасига кўра: *паст частота, ўрта частота ва юқори частота ИМСлари*;
 - Элементларни бир-биридан изоляцияланиш усулига кўра ва х.з.
-

ИМСларнинг белгиланиш тизими

- ИМСлар бта элементдан иборат бўлган белгиланиш тизими ёрдамида классификацияланади:
 - Биринчи элемент (*К* – ҳарфи) – ИМС кенг кўламда қўлланилиш учун мўлжалланганлигини билдиради. Экспорт учун мўлжалланганлари *ЭК* ҳарфлари билан белгиланади.
 - Иккинчи элемент (ҳарф) материал ва қобиқ турини билдиради (*А*- пластмассали планар, *Е*-металл-полимерли, чиқишлари 2 қатор қилиб ясалган, *И*-шишакерамикли планар, *Б*-қобиқсиз ва х.з.).
-

ИМСларнинг белгиланиш тизими

- Учинчи элемент (битта сон) – ИМСнинг конструктив-технологик турини билдиради (**1,5,6,7**-яримўтказгичли, **2,4,8**-гибрид, **3**-бошқа: пардали, керамик, вакуумли).
 - Тўртинчи элемент (иккита ёки учта сон) – ИМС сериясининг тартиб рақамини билдиради. Иккита сон бирлаликда-аниқ серия рақамини билдиради.
 - Бешинчи элемент (иккита ҳарф) – ИМСнинг функционал вазифасини билдиради.
 - Олтинчи элемент бир турдаги ИМС сериялари ичидаги ишланма тартиб рақамини билдиради.
-

Яримўтказгич ИМСлар яратишда технологик жараён ва операциялар

- Яримўтказгич ИМСлар тайёрлаш учун асосий материал бўлган - *кремний монокристал қуймалари олишдан* бошланади. (*Чохральский усули*)
 - Ҳосил бўлган кремний қуймаси n– ёки p–турли электр ўтказувчанликка эга бўлади.
 - Қуйма узунлиги 150 см, диаметри эса 150 мм ва ундан катта бўлиши мумкин.
 - *Зонали эритиш усулида* монокристал ифлослантирувчи киритмалардан қўшимча тозаланади.
-

Яримўтказгич ИМСлар яратишда технологик жараён ва операциялар

- **Эпитаксия.** Эпитаксия жараёни асос сиртида унинг кристалл тузилишини такрорловчи юпқа монокристал ишчи қатламлар ҳосил қилиш учун ишлатилади.
 - Газ фазали ва суюқ фазали эпитаксия усуллари кенг тарқалган бўлиб, улар монокристал асос сиртида n – ёки p –турли ўтказувчанликка эга бўлган эпитаксиал қатламлар ҳосил қилиш имконини беради.
 - **Термик оксидлаш.** Термик оксидлаш – кремний сиртида оксид (SiO_2) қатлам (парда) ҳосил қилиш мақсадида сунъий йўл билан оксидлашдан иборат жараён. У юқори (1000÷1200) 0С температураларда кечади.
-

Яримўтказгич ИМСлар яратишда технологик жараён ва операциялар

- Фоторезист оксидланган кремний пластинаси сиртига суртилади ва кварц шиша ниқоб орқали ёритилади. Ниқоблар шаффоф ва шаффоф эмас соҳаларга эга бўлгани учун фоторезистнинг маълум соҳаларига ёруғлик (ультрабинафша нур) таъсир этиб, унинг хусусияти ўзгартирилади. Бундай ниқоблар *фотошаблонлар* деб аталади.
-

Яримўтказгич ИМСлар яратишда технологик жараён ва операциялар

- ИМС тайёрлашда фотолитография жараёнидан бир неча марта (5÷7 марта) фойдаланилади (негиз қатламлар, эмиттерлар, омик контактлар ҳосил қилишда ва х.з.). Бунда ҳар гал ўзига хос “расм”ли фотошаблонлар ишлатилади.
-

Яримўтказгич ИМСлар яратишда технологик жараён ва операциялар

- *Легирлаш* - яримўтказгич ҳажмига киритмаларни киритиш жараёни. ИМСлар тайёрлашда легирлаш схеманинг актив ва пассив элементларини ҳосил қилиш ҳамда зарур ўтказувчанликни таъминлаш учун керак.
 - *Диффузия ёрдамида легирлаш* бутун кристалл юзаси бўйлаб ёки ниқобдаги тирқишлар орқали маълум соҳаларда (локал) амалга оширилади.
 - *Ион легирлаш* етарли энергиягача тезлатилган киритма ионларини ниқобдаги тирқишлар орқали кристаллга киритиш билан амалга оширилади.
 - Ион легирлаш универсаллиги ва осон амалга оширилиши билан характерланади. Ионлар токини ўзгартириб легирловчи киритмалар концентрациясини, энергиясини ўзгартириб эса – легирлаш чуқурлигини бошқариш мумкин.
-

Яримўтказгич ИМСлар яратишда технологик жараён ва операциялар

- *Емириш* - яримўтказгич, унинг сиртидаги оксидлар ва бошқа бирикмаларни кимёвий моддалар ҳамда уларнинг аралашмалари ёрдамида эритиб тозалаш жараёни.
 - Емириш яримўтказгич сиртини тозалаш, оксид қатламда “дарча”лар очиш ва турли кўринишга эга бўлган “чуқурчалар” ҳосил қилиш учун қўлланилади.
 - Яримўтказгич сиртини тозалаш ва “дарча”лар ҳосил қилиш учун *изотроп емириш*дан фойдаланилади, бунда яримўтказгич барча кристаллографик йўналишлар бўйлаб бир хил тезликда эритилади.
-

Яримўтказгич ИМСлар яратишда технологик жараён ва операциялар

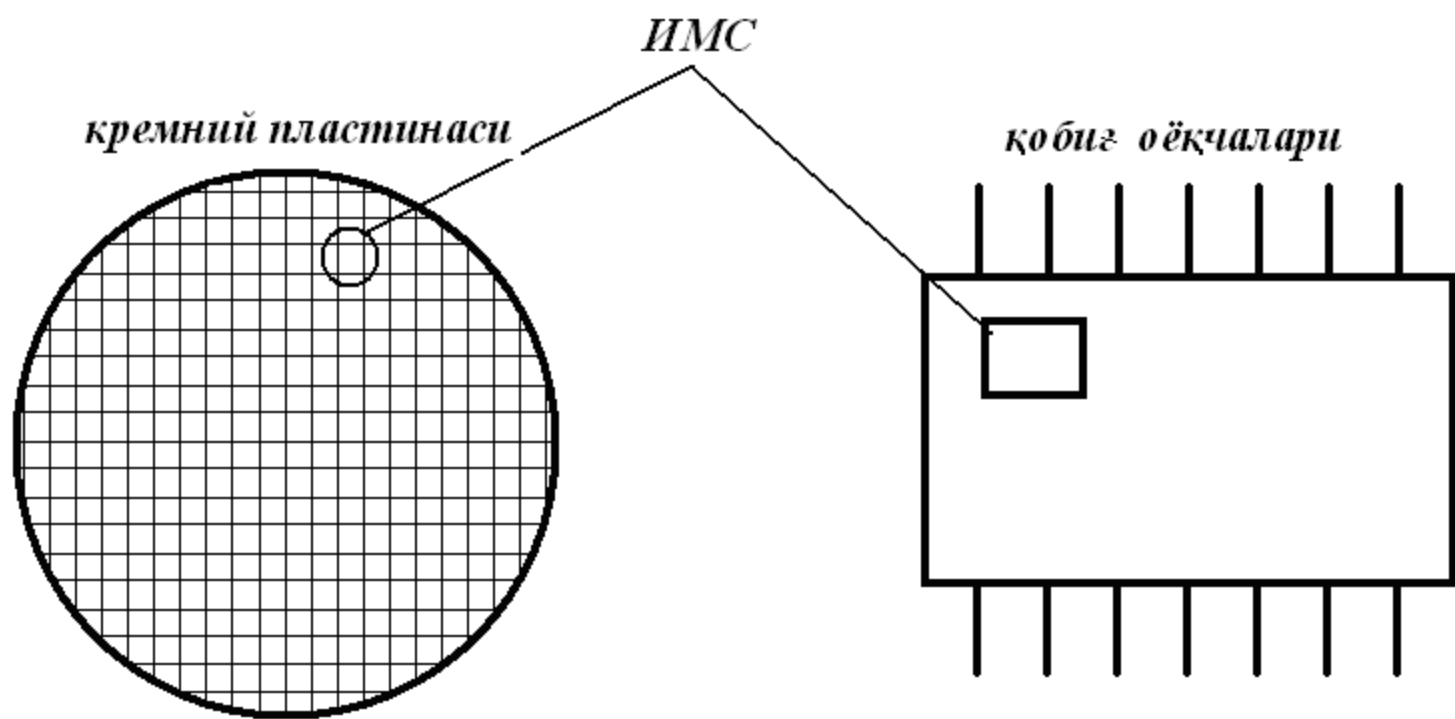
- *Пардалар ҳосил қилиш.* Пардалар ИС элементларини электр жиҳатдан улаш ҳамда резисторлар, конденсаторлар ва гибрид ИСларда элементлар орасидаги изоляцияни амалга ошириш учун қўлланилади.
 - Мисол тариқасида *металлашни* – кристалл ёки асос сиртида металл пардалар ҳосил қилиш жараёнини кўриб чиқамиз. Металлаш учун олтин, никель, кумуш, алюминий ва Cr-Au, Ti-Au ва бошқалар ишлатилади.
 - Кремний асосидаги ИМСларда металлашни амалга ошириш учун асосан алюминийдан фойдаланилади. Металлаш жараёни яримўтказгич пластина ҳажмида схема элементлари ҳосил қилингандан сўнг амалга оширилади.
-

Яримўтказгич ИМСлар яратишда технологик жараён ва операциялар

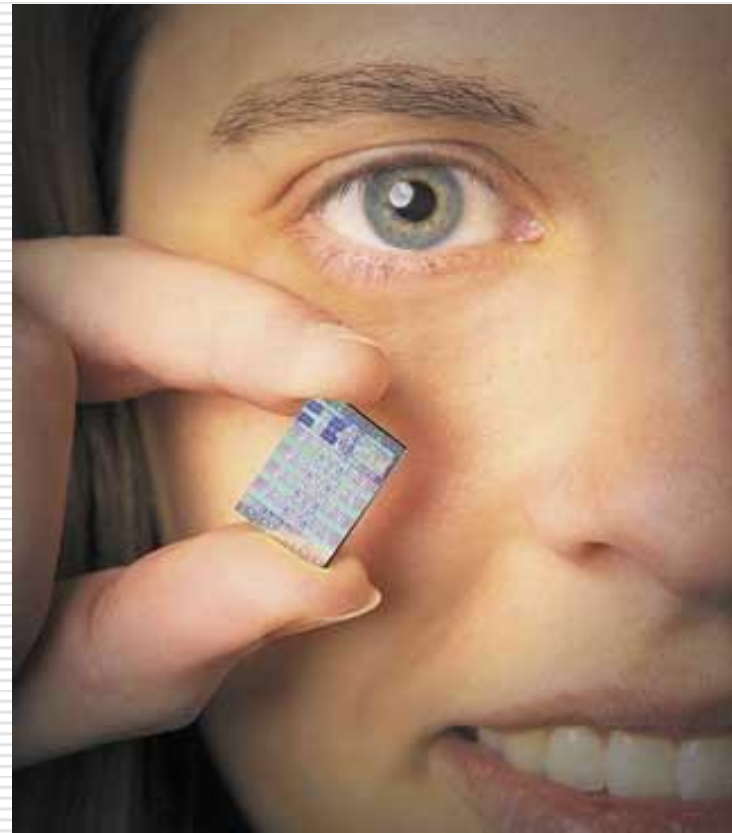
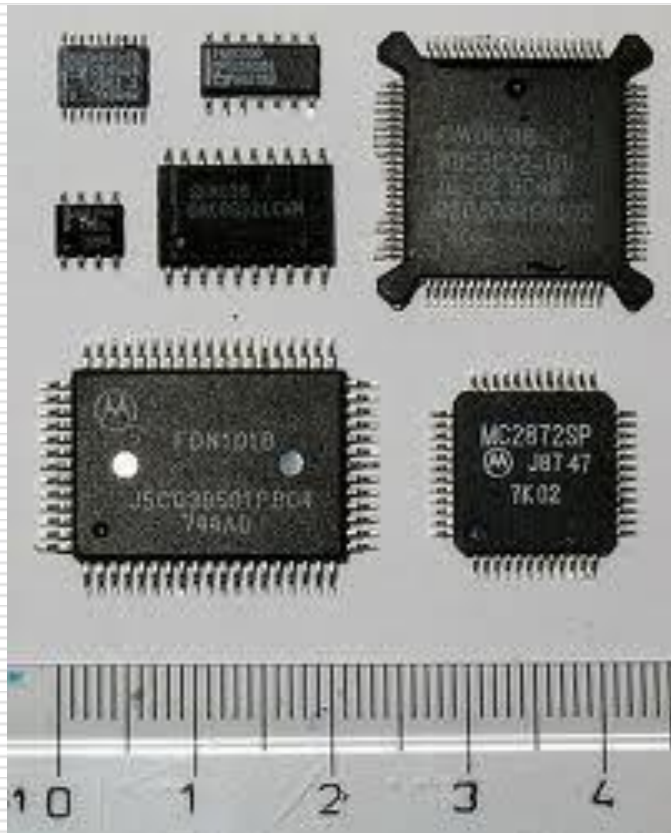
- *Пластиналарни кристалларга ажратиш ва йиғиш операциялари.* Барча асосий технологик операциялар бажариб бўлингандан сўнг, юзларча ва ундан кўп ИСларга эга пластина алоҳида кристалларга бўлинади.
 - Пластиналар лазер скрайбер ёрдамида, яъни тайёрланган ИСлар орасидан лазер нурини юргизиб кристалларга ажратилади. Ишлатишга яроқли кристаллар қобикларга ўрнатилади, бунда кристал аввал қобикқа елимланади ёки кавшарланади. Сўнг кристал сиртидаги контакт юзачалар қобик электродларига ингичка ($\varnothing 20 \div 30$ мкм) симлар ёрдамида уланади.
-

Яримўтказгич ИМСлар яратишда технологик жараён ва операциялар

- Симлар уланаётганда термокомпрессиядан фойдаланилади, яъни уланаётган сим билан контакт юзачаси ёки микросхема электроди $200 \div 300$ 0С температурада ва юқори босимда бир – бирига босиб бириктирилади. Монтаж операциялари тугагандан сўнг кристалл юзаси атроф муҳит атмосфераси таъсиридан ҳимоялаш учун қобиқланади.
 - Одий интеграл схемаларда чиқиш электродлари сони 8-14 та, КИСларда эса 64 тагача ва ундан кўпроқ бўлиши мумкин.
 - ИСлар қобиқлари металл ёки пластмассадан тайёрланади. ИСларнинг қобиқсиз турлари ҳам мавжуд.
-



Замонавий ИМСлар



□ Эътиборингиз учун рахмат
