

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

НИЗОМИЙ НОМИДАГИ
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ПЕДАГОГИКА УНИВЕРСИТЕТИ

«КАСБ ТАЪЛИМИ» ФАКУЛЬТЕТИ

“Sanoat elektronikasi” fanidan

KURS ISHI

Мавзу: Яримўтказгичли асбоблар.

Бажарди: ТМ – 401 гуруҳ

талабаси *Абдусатторов Т.*

Текширди: *Ш.А.Шарипов.*

Тошкент 2014 й.

Мундарижа

Кириш

Мавзунинг долзарблиги

Мавзуга оид адабиётлар таҳлили

I-Боб. Асосий қисм.

1.1. Яримўтказгичларнинг ўтказувчанлиги

1.2. Тўғриловчи диодлар

1.3. Стабилитронлар ва стабисторлар

1.4. Биполяр транзисторлар

Хулоса

Фойдаланилган адабиётлар руйҳати

Кириш

Республикаимиз Президенти Ислом Каримов такидлаганидек «Биз олдимизга қандай вазифа қўймайлик, қандай муоммони ечиш зарурати туғилмасин гап охир-оқибат, ҳар бир кадрларга бориб тақалаверади. Шу жумладан айтиш мумкинки, бизнинг келажагимиз, мамлакатимизнинг келажаги, ўрнимизга ким келиши ёки бошқача қилиб айтганда, қандай малакали кадрлар тайёрлашимизга боғлиқ.

Олий Мажлиснинг IX-сессиясида қабул қилинган “Кадрлар тайёрлаш бўйича миллий дастурни амалга ошириш ҳаётга тадбиқ этиш, ҳеч бир муболақасиз стратегик мақсадларимиз фаровон, кадриятли, демократик давлат эркин фуқаролик жамияти барпо этишимизнинг асоси бўлмоғи зарур”.

Таълим тўғрисидаги қонунда Олий ва ўрта махсус ўқув юртлири дастурларини фан ва техниканинг сўнги ютуқларини амалда қўллай биладиган юқори малакали мутахассисларга бўлган талабларни янада ортишига олиб келади. Билим даражаси ва бу билимлардан фойдалана билишига ўқув муассасаларида ўқитиш тизимининг муваффақиятлири кўп даражага боғлиқ. Шу мақсадларда ўқув юртлири асбоб усқуналар, ўқув қуроллари технологик жихозлар ва автоматика билан узлуксиз таъминлаб турилади.

Мамлакатимизнинг техника-иқтисодий ва социал тараққиётини жадал суръатлар билан ривожлантиришда машинасозликнинг улкан роли қайд этилиб, такомиллашган технология (оптималлаштирилган автоматик система комплекслари)ни жорий этиш билан бир қаторда техника-иқтисодий талабларига тўла жавоб берадиган юқори сифатли конструкцион материаллар яратиш, улардан тежамли фойдаланиш каби масалалар белгилаб берилди.

Маълумки, ҳар қандай машина, механизм деталлари иш жараёнида турли нагрузкалар таъсирида бўлиб, ҳар хил муҳитларда ишлайди. Уларнинг белгиланган муддатда нормал ишлаши учун материали конструктор томонидан белгиланган комплекс хоссаларга эга бўлиши керак. Шундагина техника-иқтисодий талабларга жавоб берадиган машиналар яратилади.

Мавзунинг долзарблиги

1997 йил 29 августда Ўзбекистон Республикаси Олий Мажлисининг IX сессиясида таълим-тарбия тизимини тубдан

Ўзгартирувчи, уни янги замон талабига кўтарувчи, баркамол авлод келажагига даҳлдор Ўзбекистон Республикасининг «Таълим тўғрисида»ги қонуни ва «Кадрлар тайёрлаш миллий дастури» қабул қилинди. Дастурда кадрлар тайёрлаш тизимининг демократик ўзгаришлар ва бозор ислохатлари талабларига мувофиқ эмаслиги, ўқув жараёнининг моддий техника ва ахборот базаси етарли эмас.

Шундан келиб чиқиб биз ҳам Ўзбекистон келажаги бўлган ёшларга, ўрта махсус, касб-ҳунар таълими муассасалари ўқувчилари, жумладан автоматлаштирилган ишлаб чиқаришда электр ва ёй усулида пайвандлашнинг қандай усуллари мавжудлигини шу фанда ўтиладиган махсус курслар ўқувчиларига ўз мутахассислигимиздан келиб чиққан ҳолда технологик машиналари асбоблари кенг ва самарали фойдаланишни ўргатишимиз лозим. Шу билан бир қаторда автоматлаштирилган ишлаб чиқариш жойларида электр ва ёй усулида пайвандлашнинг усуллари, иш кабинетларида ишлаб чиқариш корхоналарида, заводларда фойдаланишнинг самарали усуллари, муҳим билимлар чуқурлаштирилган тарзда берилиши долзарб деб баҳоладик.

Ўзбекистон Республикаси Олий ва Ўрта махсус таълим вазирлиги, Ўрта махсус касб-ҳунар таълим маркази, Ўрта махсус касб-ҳунар таълимини ривожлантириш институти ҳамкорликда «касб-ҳунар коллежларида мутахассислар тайёрлаш учун ўқув режа ва дастурлар»ини ишлаб чиққан. Унда йўналиши, касби, ихтисосликлари кўрсатилган ҳолда қўлланиш соҳаси, меъёрий ҳужжатлар, стандартнинг мақсад ва вазифалари, касб-ҳунар тавсифномаси, ўқув режасининг намунавий нусхаси белгилаб қўйилган.

Тадқиқот мақсади: Ўқувчиларга “Ярим ўтказгичли асбоблар” мавзусини ўқитишда янги педагогик технологияларни қўллаш ва уларнинг самарадорлигини аниқлаш.

Тадқиқотнинг объекти: Касб ҳунар коллежларида мутахассислик фанларни ўқитиш жараёни.

Тадқиқотнинг предмети: Касб ҳунар коллежларида Ярим ўтказгичли асбоблар мавзуси тўғрисида билим, кўникма ва малака ҳосил шарт-шароитлари.

Тадқиқотнинг илмий фарази: Тадқиқотнинг мақсадидан келиб чиққан ҳолда қуйидаги фараз илгари сурилади; ўқувчиларда Ярим ўтказгичли

асбоблар мавзуси юзасидан билим, кўникма ва малакаларини шакллантириш жараёни самарали бўлади. Агар:

- ўқувчиларнинг Ярим ўтказгичли асбоблар мавзуси тўғрисидаги билим, кўникма ва малакаларини шакллантириш педогогик технологиялар асосида, олиб борилса.

- ўқитиш жараёнида ноанъанавий ўқитиш шакллари, методлари ва воситаларидан самарали фойдаланилса.

Тадқиқот вазифалари: тадқиқот предмети ва фаразларига мувофиқ тадқиқот вазифалари этиб қуйидагилар белгиланди:

1. Илмий асосларари ва ишларини аниқлаш.
2. Ўқувчилар Ярим ўтказгичли асбоблар мавзуси юзасидан билим, кўникма ва малакаларини шакллантиришда мавзуга оид адабиётларни таҳлил қилиш.
3. Ярим ўтказгичли асбоблар мавзуси тўғрисида маълумотлар беришда дарс самарадорлигини оширишда замонавий педагогик технологияларни дарс жараёнида қўллаш.

Мавзуга доир адабиётлар таҳлили

Мавзуга доир бир қанча методик ва техник адабиётлар мавжуд бўлиб улар бир асосий мақсадга қаратилган. У ҳам бўлса мустақил Ўзбекистон пойдевори бўлган ёш авлодни тарбиялашдир. Курс ишининг кириш қисмида Президент асарларидан ҳамда «Таълим тўғрисида»ги Қонуни ва «Кадрлар тайёрлаш миллий дастури»дан фойдаландим. Мавзуни ўқитишда фойдаланиладиган педагогик технологияларни ўрганишда бир қанча ўқув қўлланмаларидан фойдаландим. Масалан: У.Н.Нишоналиев таҳрири остидаги «Касбий таълим педагогикаси» қўлланмада бир қанча методлар кўрсатилган бўлиб улардан дарс ўтишда фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. К.Давлатов, А.Воробёв, И.Каримовлар муҳаррирлигидаги «Меҳнат ва касб таълими, тарбияси ҳамда Касб танлаш назарияси ва методикаси» қўлланмасини олиб қарасак. Мазкур қўлланма педагогика олий билимгоҳларида ўқитилаётган «Ўқитувчиларнинг меҳнат ва касб таълими, тарбияси ҳамда Касб танлаш назарияси ва методикаси» фани дастури асосида тайёрланган. Унда меҳнат ва касб таълими методологияси, принциплари, мазмуни, шакл ва методлари мактаб, ўқув ишлаб-чиқариш комбинатлари, ҳунар техника билим юртлари фаолиятига тадбиқан узвий боғлиқ ҳолда ёритилган. Иловалар асосан ўқувчиларнинг мустақил ишлари мазмунини баён қилади.

Д.А.Тхоржевскийнинг «Меҳнат таълими методикаси» ўқув қулланмаси шу курс программасига мувофиқ педагогика билим юр்தларининг ўқувчиларига мўлжаллаб ёзилган.

Ю.М. Борисов, Д.Н. Липатов, Ю.Н. Зорин. «Электротехника.» китобидан электротехниканинг асосий назарий маълумотларига эга бўлдик.

Д.А.Лепаев. «Уй-рўзғор электр асбоблари ва машиналари ремонти слесари учун справочник» номли ўқув адабиётидан маиший уй-рўзғор асбобларининг тузилиши, уларнинг таъмири, ишлатилаш соҳалари ҳақида, техник хавфсизлик қоидалари ҳақида маълумотлар олдик.

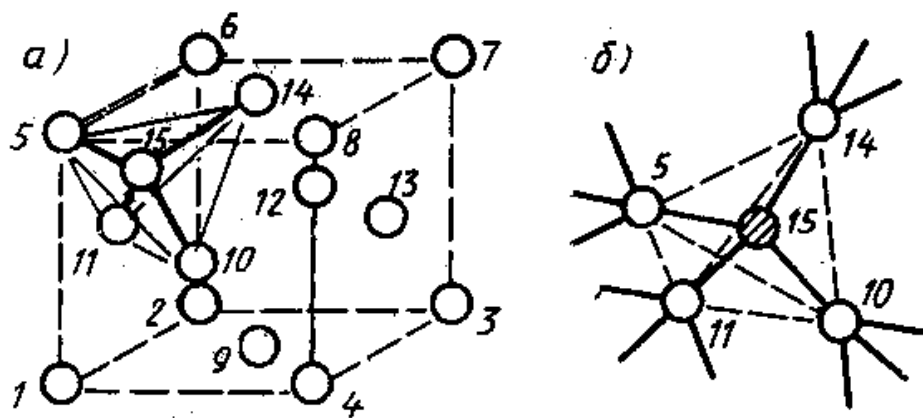
I-Боб. Асосий қисм.

1.1. Яримўтказгичларнинг ўтказувчанлиги

Моддалар электр токини ўтказиш қобилиятига қараб ўтказгичларга, диэлектрикларга ва яримўтказгичларга бўлинади. Ўтказгичлар юқори электр ўтказувчанликка, диэлектриклар жуда кичик, яримўтказгичлар эса ўтказгичлар ва диэлектриклар орасидаги ҳолатни эгаллайди. Ярим ўтказгичлар ўтказувчанлигининг ҳароратга боғланиши характерлидир. Ҳарорат пасайса, ярим ўтказгичларнинг ўтказувчанлиги камаяди, ошганда ўтказувчанлик ортади.

Ҳозирги вақтда яхши ўрганилган ва кенг тарқалган яримўтказгич материаллар германий Ge, кремний Si ва галлий арсенид GaAs лардир. Бу кристалл моддалар атомлари фазода тартиб билан жойлашиб кристалл панжара ҳосил қилади унинг вазияти 2.1.а–расмда кўрсатилган. 1–8 атомлар кубнинг чўкқиларида, 9–14 олти ёқларнинг ўрталарида, яна 4 та атомда (расмда битта 15–атом кўрсатилган) 2, 9, 11 ва 12; 4, 9, 10, ва 13; 5, 10, 11 ва 14; 7, 12, 13 ва 14 атом гуруҳлари ташкил қилган тетраэдрнинг марказларида жойлашган. 15–атом тетраэдрнинг марказида бўлган шакли 2.1.б–расмда кўрсатилган, галлий арсениднинг тузилиши 2.1–расмдагидан фарқ қилади, унда 15–мишьяк атом, 5, 10, 11 ва 14-атомлари галлий атомларидир.

Кристалл панжарада яримўтказгич атомлари валент электронларининг умумлашиши ҳисобига мустаҳкам боғланган: 15–марказий атом қўшни 4 та атомга биттадан валент электрон беради, улар ўз навбатида 15–атомга биттадан валент электрон беради. Модда атомлари орасидаги бундай боғланиш ковалент боғланиш дейилади.



2.1-расм. а) ярим ўтказгичларнинг кристалл тузилиши; б) тетраэдрлардан биринг тузилиши.

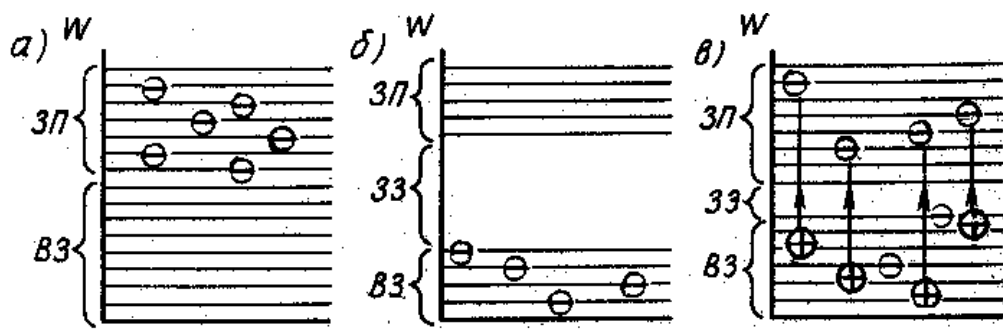
Ноль градус Кельвин ҳароратда барча ковалент боғлар электронлар билан тўлган, моддада эркин электронлар йўқ, шунинг учун яримўтказгич ўзини диэлектрик каби тутати. Ҳарорат ортганда кристалл панжаранинг иссиқлик тебраниши валентли электронларга узатилади ва улардан бирлари ўз ковалент орбиталаридан чиқиб эркин бўлиб қолади. Бўш қолган ковалент орбита модданинг ихтиёрий бошқа электронлари томонидан эгалланиши мумкин. Бу бўш қолган жой мусбат зарядланган заряд ташувчи деб қаралади ва ковак деб аталади.

Ташқи электр майдони таъсирида электрон ва коваклар бир-бирига томон ҳаракатлана бошлайди, бундай ҳол электр токини ҳосил қилади. Шундай қилиб, яримўтказгичда электр токини 2 хил заряд ташувчилар электронлар ва коваклар ҳосил қилади.

Соф яримўтказгичда эркин электронларнинг ҳосил бўлиши албатта коваклар ҳосил бўлишига олиб келади. Бу жараён электрон-ковак генерацияси дейилади. Эркин электронларнинг бўш ковалент орбиталарни эгаллашида эркин электронлар ва коваклар камаяди, бу жараён регенерация ёки рекомбинация дейилади.

Моддаларнинг электр ўтказувчанлиги энергетик зоналар диаграммаси ёрдамида аниқланади (2.2-расм). Вертикал ўқда валент электронларнинг энергияси W жойлаштирилади. Валент электронлар ковалент орбитада жойлашганда, унинг энергияси валент зона V_3 сатҳларидан бирига тўғри келади. Қўшимча энергия берилганда электрон бу зонанинг юқорироқ сатҳига кўтарилади ёки атомдан чиқиб кетади ва эркин бўлиб қолади. Бундай ҳолда унинг энергияси ўтказувчанлик зонаси сатҳларидан бирига мос келади.

Ўтказгичда валент электронларнинг валент зонасидан ўтказувчанлик зонасига ўтиши осон, шунинг учун 300 К ҳароратда барча валент электронлар электр токи ҳосил бўлишида иштирок этади (2.2.а-расм). Диэлектрикда валент электронларнинг ўтказувчанлик зонасига ўтиши қийин, чунки валент зона ўтказувчанлик зонасидан тақиқланган зона (T_3) билан ажратилган, энергия сатҳларининг ҳеч бири валент электронлари томонидан эгалланилмайди (2.2.б - расм).

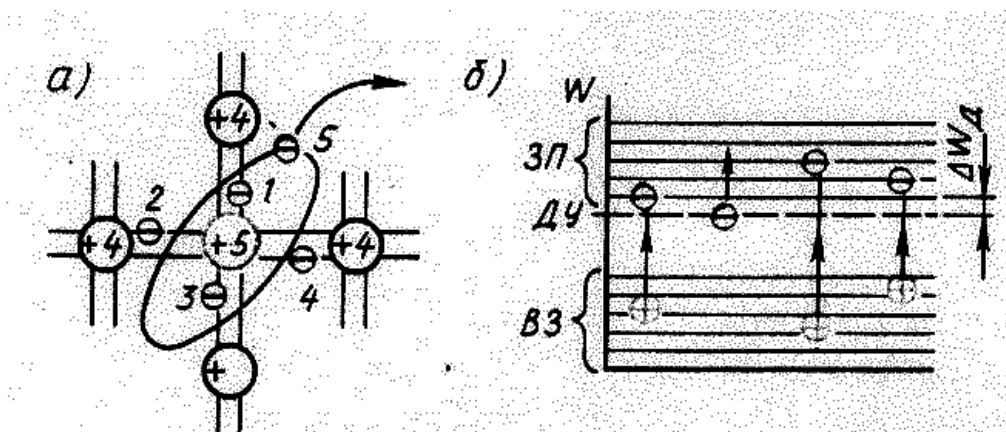


2.2-расм. а) фтказгичнинг, б) диэлектрикнинг, в) яримфтказгичнинг энергетик зоналари

Яримўтказгичларда тақиқланган зона катта эмас ва Ge учун 0,803 эВ, Si учун—1,12 эВ, GaAs учун—1,43 эВ дир. Шунинг учун 300 К да соф яримўтказгичлар сезиларли электр ўтказувчанликка эга. Соф яримўтказгичларда заряд ташувчилар—электрон ва коваклар концентрациялари бир хил.

Яримўтказгичли асбобларни яшашда одатда заряд ташувчилар концентрацияси фақат ҳароратга боғлиқ бўлган соф яримўтказгичлар эмас, балки n ва p типли аралашмали яримўтказгичлар ишлатилади.

n-типли яримўтказгич. Аралашмасиз (соф) яримўтказгичга (Ge, Si) беш валентли донор қўшимча (масалан As, P, Sb) киритилиши электронлар концентрациясининг кескин ортишига олиб келади. Бундай қўшимча атом яримўтказгич кристалл панжарасида унинг атомлари билан ўралган ҳолда бўлади (2.3-расм). Электронли яримўтказгичнинг зона диаграммасида тақиқланган зонада, ўтказувчанлик зонаси тубига яқин жойлашган энергиянинг донор сатҳи ДС ҳосил бўлади (2.3.а-расм). Бу сатҳ жуфт электрон боғланишда иштирок этмаган 5 чи электронлардан биттаси жойлашади. Донор сатҳ ва ўтказувчанлик зонаси туби орасидаги энергия интервали ΔW_g тақиқланган зона энергиясига нисбатан жуда кичик. Шунинг учун валент электрон донор сатҳдан чиқиб кетади ва ўтказувчанлик зонасига ўтади.



2.3-расм. а) электронли яримўтказгичда донор атоми тузилиши; б) зона диаграммаси.

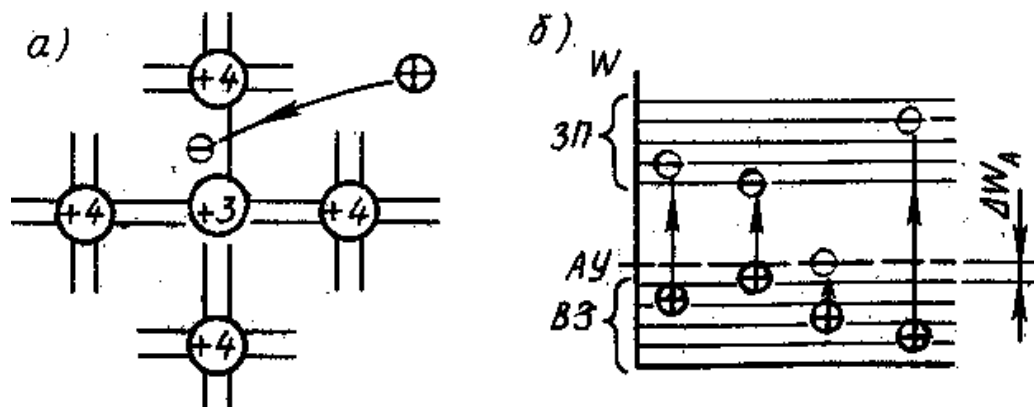
Шундай қилиб яримўтказгичда асосий заряд ташувчилар деб аталадиган катта концентрацияли электронлар ҳосил бўлади. Яримўтказгичда анча кам бўлган коваклар асосий бўлмаган заряд ташувчилар дейилади.

Электронли (n-типли) яримўтказгич учун $n_n p_n = n_i p_i$ муносабат ўринлидир. Бу ерда n_n ва p_n – электрон ва ковакларнинг концентрацияси.

p-типли яримўтказгич. Соф яримўтказгичга 3 валентли акцепторли қўшимча (масалан В, Al, In) киритилса, унда ковакларнинг концентрацияси ортиб кетади. 3 та валент электронга эга бўлган бундай қўшимчанинг атоми 3 та жуфт ковалент боғланиш ҳосил қилади, етишмаётган 4–электронни қўшни яримўтказгич атомидан олади. Шундай қилиб электрон тортиб олинган жойда ковак ҳосил бўлади.

Ковак яримўтказгичнинг зона диаграммасида (2.4.а,б- расм) тақиқланган зонада валент зона юқорисида жойлашган энергиянинг акцептор сатҳи (АС) ҳосил бўлади. Акцептор сатҳ ва валент зона юқориси орасидаги энергия интервали ΔW_a тақиқланган зона энергиясига нисбатан кичик, шунинг учун валент электрон валент зонадан чиқиб кетади ва акцептор сатҳга ўтади, қўшимча атомнинг етишмаётган ковалент боғланишини тўлдиради. Бунда валент ковак ҳосил бўлади. Ковакли яримўтказгичларда коваклар асосий, электронлар эса асосий бўлмаган заряд ташувчилар ҳисобланади.

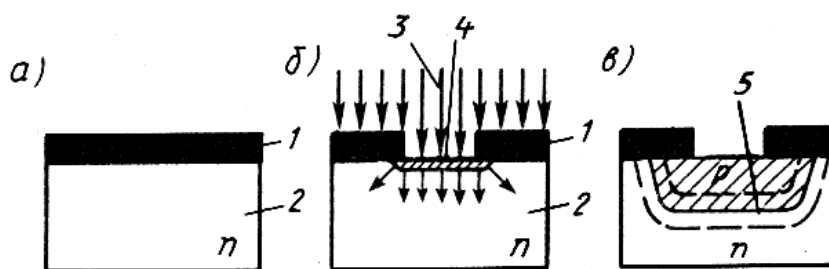
Ковак яримўтказгичлар (p-типли) учун $n_p p_p = n_i p_i$ муносабат ўринлидир, бу ерда n_p ва p_p – электрон ва ковакларнинг концентрацияси.



2.4-расм. а) ковакли яримўтказгичда акцептор аралашманинг атом тузлишии;
б) зона диаграммаси.

Электрон–ковак ўтиш (р–п ўтиш). р–типли ва п–типли электрўтказувчанлик соҳалари орасидаги электр ўтиши электрон–ковакли ёки р–п ўтиш дейилади.

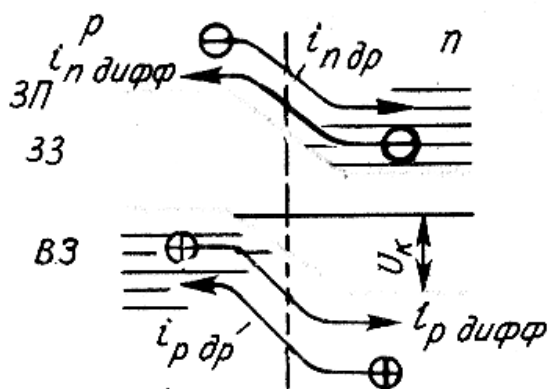
р–п ўтиш ҳосил қилишнинг бир неча технологияси мавжуд, шулардан энг кўп тарқалгани планар деб номланади. У қуйидаги тартибда амалга оширилади (2.5-расм). п–типли г кремний пластина сиртида термик усул билан юпқа (қалинлиги 1мКм атрофида) ковак усули билан кремний диоксида SiO_2 1 қатлам ҳосил қилинади. Яхши изолятор кейин фотолитография усулларида фойдаланиб SiO_2 қатламнинг айрим қисмлари йўқотилиб п–катламга дарча очилади, п–катламда р–соҳа ҳосил қилинади. Бу акцептор аралашма қўшиш билан амалга оширилади. р ва п соҳа орасида р–п ўтиш ҳосил бўлади (2.5.в-расм).



2.5-расм. р–п ўтишини олиш. а) SiO_2 қатламни олиш; б) акцепторли аралашма сепиш; в) тайёр р–п ўтиш

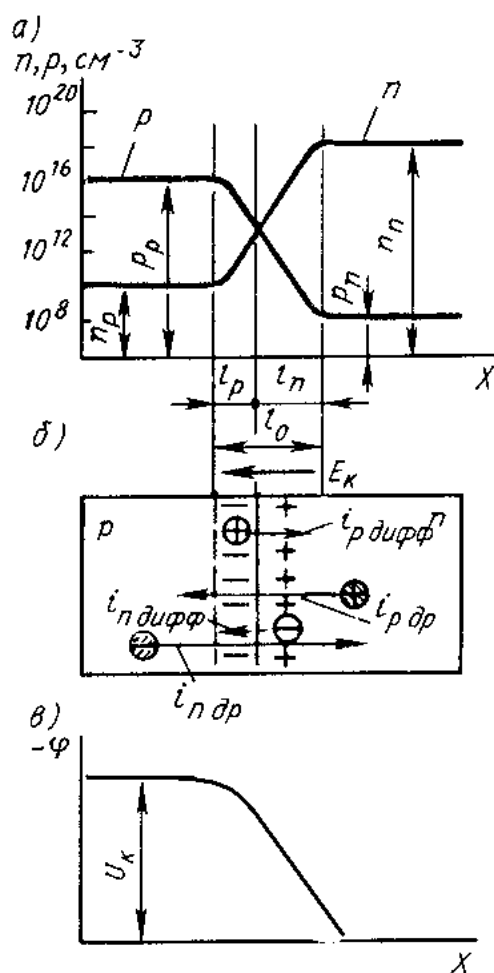
2.6.а-расмдан кўринадики, p ва n соҳаларга перпендикуляр чегарада n электронларнинг ва p ковакларнинг x йўналишидаги концентрацияси 10^8 марта фарқ қилади. Шунинг учун асосий заряд ташувчиларнинг диффузияси содир бўлади: коваклар p -соҳадан n -соҳага, электронлар эса n -соҳадан p -соҳага ҳаракатланади.

Натижада ковакли соҳада акцепторли аралашманинг манфий ионлари ва n соҳа электронларидан иборат фазовий заряд ҳосил бўлади. Электронли соҳада донор аралашманинг мусбат ионлар ва p соҳанинг ковакларидан иборат фазовий заряд ҳосил бўлади. Бу фазовий зарядлар орасида E_k кучланганлик (2.6.б-расм) электр майдон ҳосил бўлади, электронли ва ковакли соҳалар орасида эса U_k контакт потенциаллар фарқи (2.6.в-расм) пайдо бўлади. Бу потенциаллар фарқи заряд ташувчиларнинг диффузиясига тўсқинлик қилувчи потенциал тўсиқ вазифасини ўтайди.



2.7-расм. $p-n$ атиш зона диаграммаси.

$p-n$ ўтиш зонаси яримўтказгичнинг бошқа жойларидагига нисбатан заряд ташувчилар кам бўлгани учун катта қаршиликка эгадир. Бу қатлам беркитувчи қатлам дейилади ва ковакли соҳада жойлашган I_p ва электронли соҳада жойлашган I_n қатламлар сийраклашган заряд

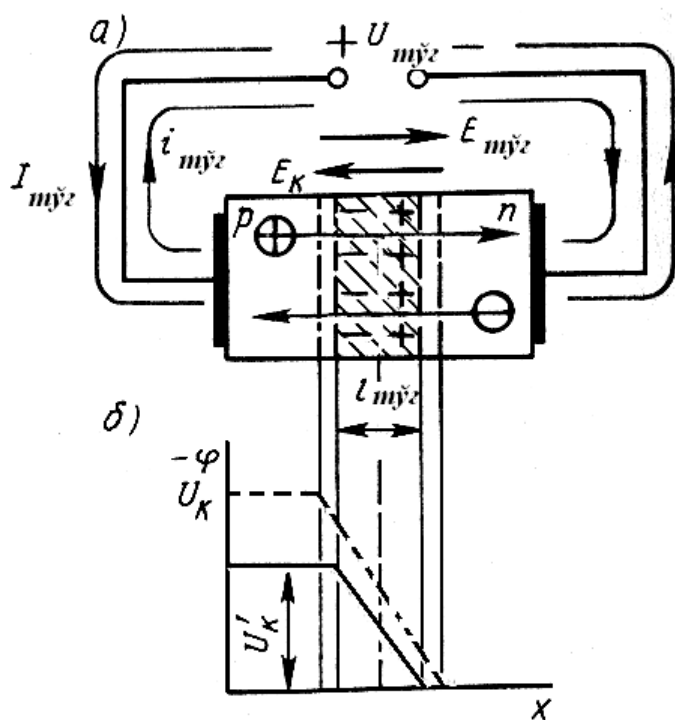


2.6-расм. а) $p-n$ ўтишда электрон ва тешиклар концентрацияси; б) оғиб ўтувчи ток; в) потенциалнинг таъсирланиши.

ташувчиларидан иборат бўлади. Сийраклашган қатламнинг қалинлиги шу соҳадаги аралашманинг концентрацияси билан аниқланади. Аралашманинг концентрацияси қанча катта бўлса сийраклашган қатлам қалинлиги шунчалик юпқа бўлади. Аралашмаларнинг бир хил концентрациясида ($I_p = I_n$) симметрик р–п ўтиш ҳосил бўлади. Одатда носимметрик ($I_p > I_n$ ёки $I_p < I_n$) бўлган р–п ўтиш ишлатилади. Носимметрик р – п ўтиш асосан аралашма концентрацияси кичик бўлган яримўтказгич соҳасида бўлади.

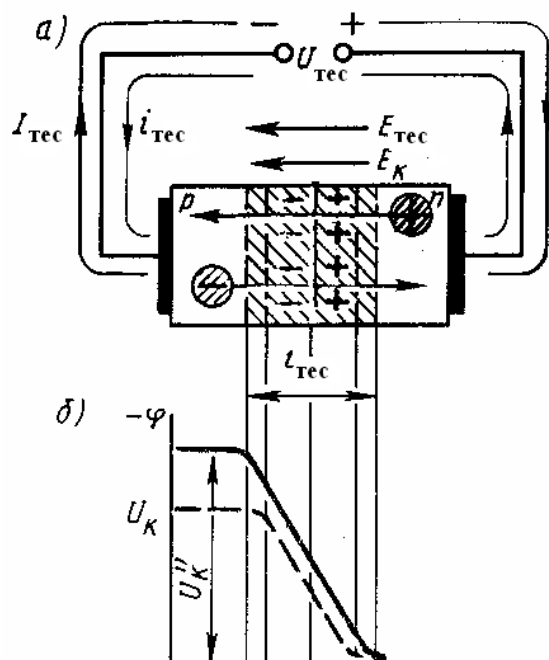
U_k контакт потенциаллар фарқини ҳосил қилган E_k майдон кучланганлиги (2.6.б-расм) асосий бўлмаган заряд ташувчилари учун тезлаткичдир. Бу майдон кучи таъсирида асосий бўлмаган зарядлар (2.6.б-расмда улар штрихланган) чегара томонга тезлашади ва рекомбинацияланади.

Шундай қилиб р–п ўтиш орқали 4 та ток оқиб ўтади: иккита асосий заряд ташувчиларнинг $i_{p\text{диф}}$ ва $i_{n\text{диф}}$ диффузион токлари ва асосий бўлмаган заряд ташувчиларнинг $i_{p\text{др}}$ ва $i_{n\text{др}}$ дрейф токларидир. 2.7-расмда оқиб ўтаётган тоklar ва р–п ўтишнинг зона диаграммалари кўрсатилган.

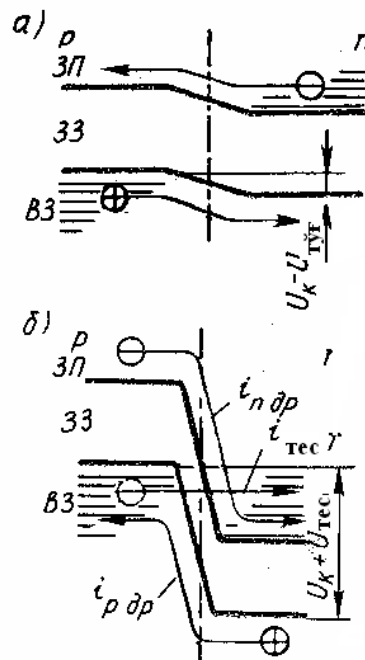


2.8-расм. а) р – п атишини тфҳри йфналиида улаш; б) потенциал тусиш

p–n ўтишни тўғри йўналишда улаш учун (2.8.а-расм) ташқи манбаси кучланиш p-соҳа чиқишига мусбат кутби, n-соҳа чиқишга манфий кутби уланади. Бунда u_K потенциал тўсиқ потенциал, $I_{\text{теc}}$



2.9-расм. а) p–n ўтишни тескари йўналишда улаш; б) потенциал тусиш.



2.10-расм. а) p–n ўтишда тўғри ва б) тескари йўналишда зона диаграммалари.

ўтиш
кенглиги

ва беркитувчи қатлам майдони кучланганлиги $E_K = E_K - E_{\text{туғ}}$ (2.8.б- расм) камаяди. Икки томондан тўсиқга диффузион токнинг электрон ва коваклари келиши натижасида беркитувчи қатлам қаршилиги камаяди.

p–n ўтишни тескари йўналишда улаш учун ташқи манба кутблари ўзгартирилади (2.9.а-расм). Бунда беркитувчи қатлам қалинлиги ортади. Потенциал тўсиқ ошади (2.9.б-расм). Асосий заряд ташувчиларнинг диффузияси камаяди, кейинчалик бутунлай тўхтади. Контакт потенциаллар фарқи ва ташқи манба кучланишнинг ҳаракати p–n ўтишда тескари ток ҳосил қилади.

Тўғри ва тескари уланган p–n ўтишнинг зона диаграммалари 2.10.а,б-расмда кўрсатилган. Тўғри йўналишда (2.10.а-расм) зоналарнинг тиклиги текисланади чунки потенциал тусиқ камаяди, p–n ўтишнинг диффузион ток ташкил этувчиси ортади, ўтиш қаршилиги эса камаяди. Тескари йўналишда (2.10.б-расм) потенциал тўсиқнинг ортиши туфайли зоналарнинг қўшимча

тиклиги ҳосил бўлади, асосий заряд ташувчиларнинг энергияси потенциал тўсиқни ўтишга етмаслиги сабабли диффузион ток тўхтади. Бунда ўтиш токи беркитувчи қатлам майдони тезлаткич ҳисобланган асосий бўлмаган заряд ташувчилар билан аниқланади ва бу токни тескари ток (дрейф токи) дейилади.

1.2.Тўғриловчи диодлар

Тўғриловчи диодларнинг асосий вазифаси ўзгарувчан электр токини ўзгармасга айлантириш яъни тўғрилашдир.

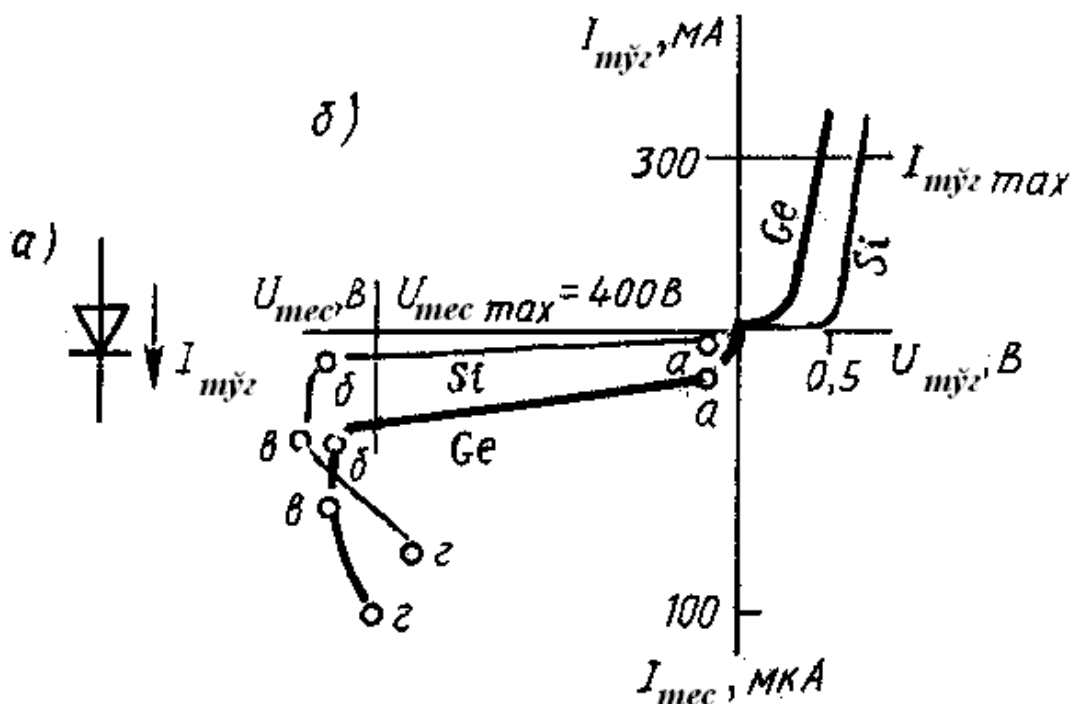
Биринчи тўғриловчи диодлар германийли бўлган. Ҳозирги кунда соф кремний олишнинг замонавий технологияси ривожланганлиги сабабли яхшироқ тўғриловчи диодлар тайёрлаш имконини берди.

Тўғриловчи диод металл ёки пластмасса корпусга жойланган p–n ўтишли яримўтказгич кристалли ва p-n соҳа чиқишидан иборат. Тўғриловчи диодларнинг асосий хоссалари p–n ўтиш хоссалари билан аниқланади. Тўғриловчи диоднинг электр занжирдаги иши асбоб орқали ўтувчи ток ва ташқи кучланиш орасидаги боғланиш вольт-ампер характеристикаси билан етарлича тўлиқ аниқланади.

Тўғриловчи диоднинг тўғри ток йўналиши шартли график белгиланиши 2.11.а-расмда, германийли ва кремнийли диоднинг вольт–ампер характеристикаси 2.11.б–расмда кўрсатилган.

Бу характеристиканинг таҳлили германийли диодлардан фойдаланиш соҳаларини аниқлаш имконини беради. Германийли диодлар кичик амплитудали сигналларни қайта ишлаш учун ишлатилиб вольтни ташкил этувчи ўзгарувчан кучланишларни тўғрилаши мумкин, кремнийли диод эса амплитудаси 0,4 В дан кичик бўлган кучланишларда ишлатилиб, у тўғри ва тескари йўналишдаги тоқларни бир хил ёмон ўтказади.

Кремнийли диодлар германийга қараганда кўп қўлланилади, айниқса тескари токга йўл қўймаслик зарур бўлганда. Бундан ташқари кремний диодлари 125-150⁰С ҳароратгача иш қобилятини сақлайди, германийли диодлар эса фақат 70⁰С ҳароратгача ишлай олади.



2.11-расм. а) диодларнинг шартли график белгиланиши; б) вольт-ампер характеристикаси.

Тўғриловчи диодларнинг асосий параметрлари қуйидагилардир.

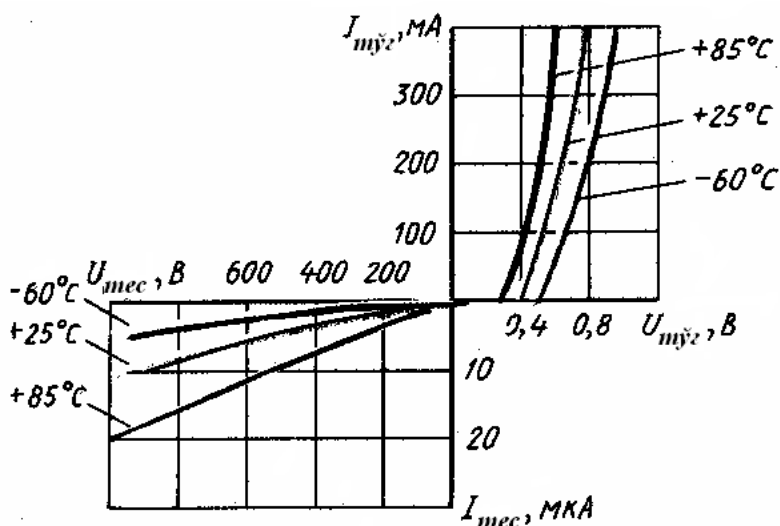
Доимий тўғри кучланиш U_{muz} , I_{muz} ўзгармас тўғри ток;

Доимий тескари ток I_{mec} , U_{mec} ўзгармас тескари кучланиш;

Рухсат этилган
максимал тескари
кучланиш $U_{mec\ max}$;

Рухсат этилган
максимал ўртача тўғри
ток $I_{muz\ \text{ўрт.}\ max}$.

Кучланишнинг
 $U_{mec\ max}$ дан ортиши
диодни тешилиш
режимига ўтказди. р-п
ўтишда электр ва
иссиқлик тешилиш
бўлади. Электр
тешилиши кўчкили ёки



2.12-расм. Кремнийли диоднинг – 60 дан +85⁰ С қарорат оралигидаги вольт–ампер характеристикаси.

тунелли бўлиши мумкин ва бунда р-п ўтиш бузилмайди. Иссиқлик тешилиши р-п ўтишни бузади ва асбобни ишдан чиқаради.

Кўчкили тешилиш кенг р-п ўтишларда асосий бўлмаган заряд ташувчиларнинг кўчкили ортиб кетиши натижасида содир бўлади. Беркитувчи қатлам майдонида тезлашган электрон яримўтказгич атомларидан электронларни уриб чиқаради, улар ўз навбатида тезлашиб янги электронларни уриб чиқаради ва ҳақозо. Жараён кўчки тарзида ортиб боради ва тескари токнинг кескин ортиб кетишига олиб келади (2.11– расмда б-в қисм).

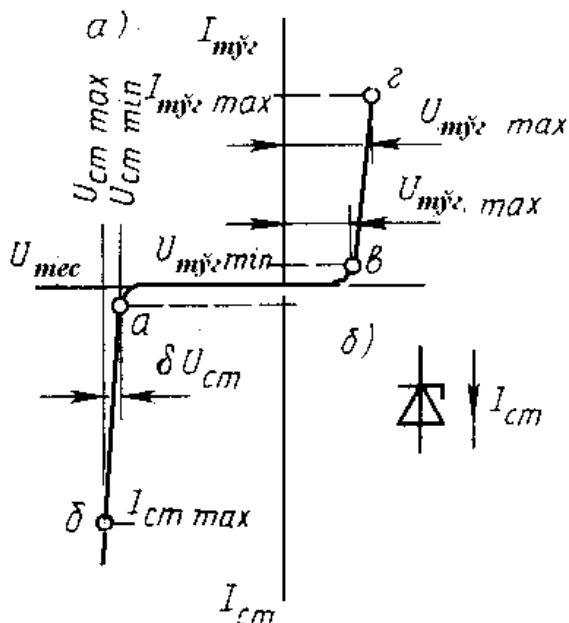
Туннели тешилиш тор р-п ўтишларда кўзатилади ва яримўказгич атомларининг валент электронлари кучли электр майдони таъсиридан иборатдир. Бунда ҳосил бўлган заряд ташувчилар–электронлар ва коваклар тескари ток ортишига олиб келади.

Иссиқлик тешилиши р-п ўтишнинг ёки бирор қисми қизиб кетиши натижасида содир бўлади. Бунда электрон–ковак жуфтликлари ҳосил бўлади, тескари ток ортиб кетади, бу эса р-п ўтишда қувватнинг ортишига, кейин эса унинг куйиб кетишга олиб келади. Иссиқлик тешилишда тескари ток ортиб боради, кучланиш эса камаяди (2.11–расм в-г қисм).

Тўғриловчи диодлардан турли занжирларда фойдаланиш учун уларнинг қандай ҳароратларда ишлашини билиш зарур. Мисол сифатида 2.12–расмда КД 525 Б кремний диодининг–60 дан $+85^{\circ}\text{C}$ ҳарорат оралиғидаги вольт–ампер характеристикаси келтирилган. Расмдан кўринадикки ҳарорат ортганда диодда кучланишнинг тўғри тушиши камаяди, тескари ток эса ортади. Кремнийли диодларда ҳар 10°C да тескари ток 3 марта, германийли диодларда эса 2 марта ортади.

1.3. Стабилитронлар ва стабисторлар.

Вольт–ампер характеристикасида кучланиш қиймати, оқиб ўтувчи токка кам боғлиқ бўлган қисмларга эга бўлган (2.13.а-расмда а, б ва в, г қисмлар)



2.13-расм. а) стабилитроннинг вольт-ампер характеристикаси; б) шартли график белгиланиши.

кремнийли яримўтказгичли диодлар стабилитронлар ва стабисторлар дейилади. Шунинг учун стабилитрон ва стабисторларни кучланиш ва ток стабилизаторларида ишлатилади. Стабилитронларнинг а, б ва стабисторларнинг в, г ишчи қисмлари мос равишда характеристиканинг тескари ва тўғри тармоқларида жойлашади. Стабилитронлар, электр, туннелли ёки кўчкили тешилиш бўлмайдиган режимда ишлайди, стабисторлар эса р-п ўтишда тўғри кучланиш режимида ишлайди. Шунинг учун стабисторларда тўғри йўналишда уланган кремнийли диодлар ишлатилади.

Стабилитронларнинг асосий параметрлари қуйидагилардир:

Номинал стабилизация кучланиши $U_{ст,но.м}$, у аниқ стабилизация токи $I_{ст}$ да ўлчанган ўртача стабилизация кучланишини ифодалайди.

Стабилизация кучланишини четлашиши- $\Delta U_{ст}$, у стабилизация кучланиш қиймати қанча қийматга ўзгаришини ифодаладиган интервал;

Стабилизация кучланишининг ўртача $\alpha U_{ст}$ ҳарорат коэффиценти, атроф муҳит ҳарорати, 1 К га ўзгарганда стабилизация кучланиши неча фоизга ўзгаришини кўрсатади.

Дифференциал қаршилиқ $r_{ст}$, бу катталиқ қурилманинг стабилизация хусусиятини ифодалайди, яъни $U_{ст}$ нинг токка қандай боғлиқлигини кўрсатади.

Рухсат этилган минимал стабилизация токи- $I_{стmin}$ (кичик тоқларда $r_{ст}$ кескин ортади ва $U_{ст}$ қиймати камаяди). Рухсат этилган максимал стабилизация токи $I_{стmax}$ ундан катта тоқларда эса асбобни ишдан чиқарувчи иссиқлик тешилиши рўй беради.

Стабилитроннинг стабилизация токи $I_{ст}$ ва йўналиши кўрсатилган шартли график белгиланиши 2.13.б-расмда кўрсатилган.

1.4. Биполяр транзисторлар

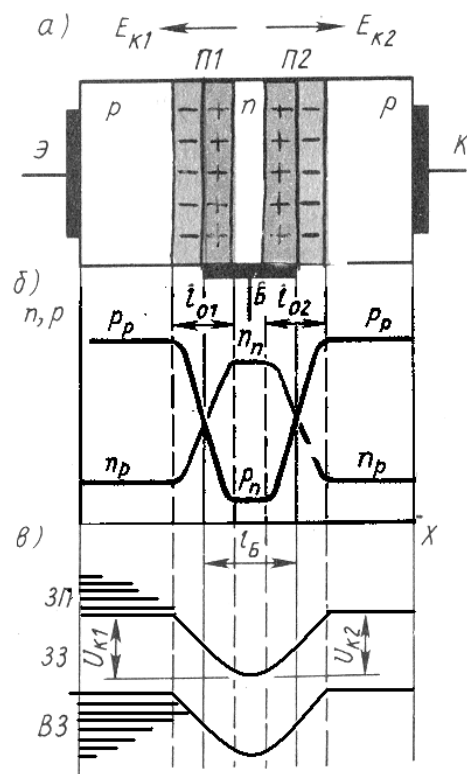
Биполяр транзистор 3 қатламли тузилишга (2.14.а-расм) ва мос равишда 3 та чиқишга эга. Транзисторнинг ўрта соҳаси база, четкилари эмиттер ва коллектор дейилади. Бундай транзисторлар биполяр дейилади, чунки ток ташувини электронлар ва коваклар амалга оширади.

Аралашма концентрацияси, демак асосий заряд ташувчилар эмиттерда энг юқори, базада эса энг кам, коллекторда эса эмиттердаги каби бўлиши мумкин. Транзистор базаси жуда юпқа (бир неча микрометр) қилиб тайёрланади. Коллектор асбоб ишлашида ажраладиган иссиқликни сочиши керак.

р-п-р типли транзисторлардан ташқари п-р-п типли транзисторлар ҳам кенг қўлланилади.

Биполяр транзистор 2 та, эмиттер $\bar{Y}_1$ ва коллектор $\bar{Y}_2$ р-п ўтишга эга ва 2 та U_{k1} , U_{k2} контакт потенциаллар фарқи бўлган беркитувчи қатламга эгадир (2.14.в-расм). Беркитувчи қатламдаги E_{k1} ва E_{k2} электр майдон кучланганликлари U_{k1} ва U_{k2} га боғлиқ. Ўтиш кенгликлари l_{o1} ва l_{o2} , база соҳаси кенглиги l_B .

Транзисторларнинг ишлашини р-п-р типли транзистор мисолида кўриб чиқамиз. п-р-п типли транзисторнинг ишлаши бир хил бўлиб, фақатгина бериладиган манба кучланишларнинг ишораси тесқари бўлади. 2.14 дан кўринадики, р-п-р типли транзисторнинг $\bar{Y}_1$ ўтиши диоднинг тўғри, $\bar{Y}_2$ ўтиш эса диоднинг тесқари ўтишини ташкил этади. Транзисторни кучайтиргич режимида ишлаши учун манбалар 2.15- расмда кўрсатилганидек уланади. Эмиттерли ўтишнинг вазифаси эмиттернинг асосий ток ташувчиларини база соҳасига ўтказиш (инжекциялаш) дан иборат.



2.14-расм. а) биполяр транзисторнинг тузилиши; б) заряд ташувчилар концентрациясининг таъсирланиши; в) зона диаграммаси.

Эмиттер ўтишдаги инжекцияланишни баҳолаш учун, инжекция коэффиценти γ катталиқ ишлатилади. У эмиттернинг асосий ташувчилари ҳисобига ҳосил бўлган эмиттер токи I'_e ни умимий эмиттер токи I_e га бўлган нисбати билан аниқланади. Яъни

$$\gamma = \frac{I'_e}{I_e} = \frac{I'_e}{I'_e + I''_e}$$

Бунда I''_e -базанинг асосий ташувчилари ҳисобига ҳосил бўлган ток.

Эмиттерни эффективлигини орттириш учун, I''_e ни камайтириш керак, юқорида айтилганидек, эмиттер асосий ташувчиларининг концентриясини базанинг асосий ташувчилари концентриясига нисбати бир неча маротаба катта қилиб танлаб олинади.

Инжекцияланган эмиттернинг асосий ташувчилари база соҳаси учун ноасосий ташувчи ҳисобланади. Бу ноасосий ташувчилар $\check{Y}_2$ ўтиш майдони таъсирида коллектор соҳасига тортиладилар ва унда бошқарилувчи I_{ky} токини ҳосил бўлади.

Шуни айтиш керакки, базадаги ноасосий ташувчиларнинг бир кичик қисми база соҳасининг асосий ташувчилари билан рекомбинацияланиб, база эанжирида рекомбинация I_p токини ҳосил қилади. Рекомбинация I_p токи база токининг ташкил этувчисидир. I_p ни камайтириш учун база қалинлигини камайтириш даркор. База орқали асосий бўлмаган ташувчиларни коллекторга ўтишини ташувчиларни кўчириш коэффиценти- δ билан ифодаланади. Ташувчиларни кўчириш коэффиценти, эмиттердан ўтган ташувчиларнинг қанча қисми коллектор ўтишига олиб келганлигини ифодалайди.

Транзисторнинг асосий параметрлардан бири эмиттер токини ўтказиш коэффиценти α дир. У коллектор ўтишидаги кучланишнинг ўзгармас қийматида, коллектор токининг орттирмасини, эмиттер токининг орттирмасига бўлган нисбат билан аниқланади яъни

$$\alpha = \frac{\Delta I_k}{\Delta I_e}$$

Бу формуланинг сон қиймати бирга яқин ($\alpha = 0,95-0,99$). Коллекторга инжекцияланган ташувчилар ҳисобига ҳосил бўлган коллектор токидан ташқари, коллектор эанжирида тескари коллектор ўтиш токи I_{kbo} ҳосил

бўлади. Бу ток коллекторнинг ноасосий ташкил этувчилари ҳисобига ҳосил бўлади. Атроф муҳит ҳароратининг ўзгаришида $I_{кбо}$ тескари ток транзисторни стабил ишлашини бузади, чунки коллектор токи $I_K = I_{ку} + I_{кбо}$ дан иборат бўлиб, ҳароратнинг ортиши коллектор ўтишини қўшимча қиздиради.

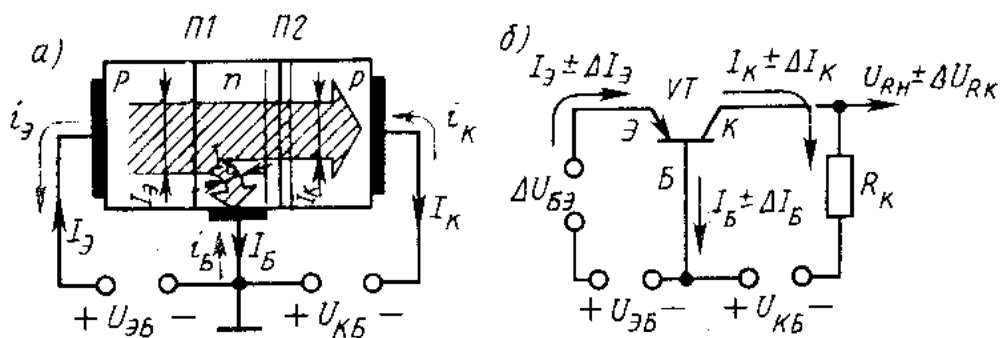
Тескари ток кичик бўлган ҳолда коллектор токи қуйидагига тенг:

$$I_K = \alpha I_Э$$

Транзисторда коллектор ва эмиттер тоқларидан ташқари яна база токи ҳам мавжуддир. База токи юқорида айтганимиздек 3 та ташкил этувчидан иборат: рекомбинация токи- I_P ; эмиттер ўтишидан диффузияланган базанинг асосий ташувчилари ҳисобига ҳосил бўлган ток- I_D ; тескари коллектор токи- $I_{кбо}$ яъни

$$I_B = I_P + I_D - I_{кбо}$$

База токи жуда кичик бўлиши шарт, бунини ҳосил қилиш учун база калинлиги ва ташувчиларнинг концентрацияси камайтиради. Шундай қилиб, транзистор орқали асосан (тескари тоқларни ҳисобга олмаганда) 3 та ток оқиб ўтади яъни $I_Э = I_Б + I_K$. Агарда база-эмиттер занжирига қўшимча (сигнал) $\Delta U_{ЭБ}$ кучланиш уланса (2.15-расм), эмиттер занжирида $I_Э \pm \Delta I_Э$ га тенг бўлган эмиттер токи ҳосил бўлади. Мос равишда коллектор ва база занжирларида $I_K \pm \Delta I_K$ ва $I_B \pm \Delta I_B$ коллектор ва база тоқлари ҳам ўзгаради. Коллектор занжирига $R_{ю}$ резистор уланса унда $U_{Rю} \pm \Delta U_{Rю}$ га тенг бўлган кучланиш тушуви ҳосил бўлади. Бунда $\Delta U_{Rю}$ - ўзгарувчан ташкил этувчи, кириш



(сигнали)

дан кўп
катта бўлади
транзистор

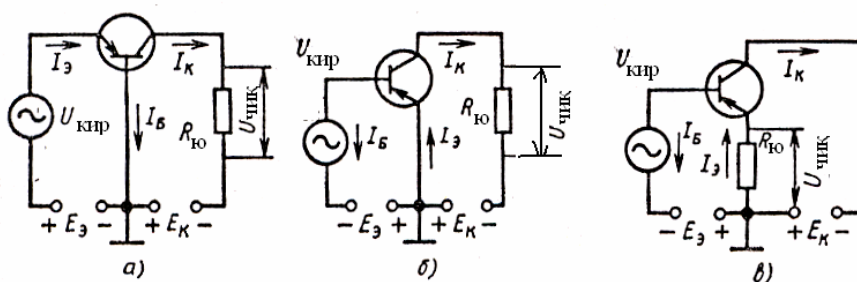
2.15-расм. Транзисторнинг УБ уланиши (а) ва
унда кучайтириш каскади (б).

$\Delta U_{ЭБ}$
марта
яъни

сигнални кўп марта кучайтиради.

Транзисторларни улаш схемалари. Транзисторни кириш ва чиқиш занжирларига қай бир электроди умумий бўлишига қараб уланиш схема номланади. Уланиш схема 3 хил бўлади (2.16 расм). Умумий базали-УБ, умумий эмиттерли-УЭ, умумий коллекторли-УК.

Ҳар бир схеманинг хусусиятларини кўриб чиқамиз (2.16.а-расм). **УБ схемада** кириш токи $I_{кир}$ эмиттер токи $I_э$ ҳисобланади, яъни $I_{кир} = I_э$, чиқиш коллектор токи $I_{чик} = I_K = \alpha I_э$. Эмиттер-база орасидаги кучланиш $U_{БЭ}$ кириш кучланиши ҳисобланади $U_{кирБ} = U_{БЭ}$. Коллектор-база оралиғи эса $U_{чикБ} = U_{кб} = U_{R_{ю}}$. Эмиттер – база орасидаги қаршилиги кириш қаршилиги дейилади ва $R_{кирБ} = \frac{U_{кирБ}}{I_{кирБ}}$ билан ифодаланади. Эмиттер ўтиш тўғри ўтиш бўлганлиги сабабли, кириш қаршилик бир неча Ом ларни ташкил қилади.



2.16-расм. Транзисторларнинг улаш схемалари

Умумий базали схеманинг кучайтириш хусусиятларини кўриб чиқайлик. Ток узатиш коэффиценти (ток кучайтириш коэффиценти)

$$K_{уб} = \frac{I_{чикб}}{I_{кирб}} = \frac{I_K}{I_э} = \frac{\alpha I_э}{I_э} = \alpha < 1$$

Бу формуладан кўринадики, ток бўйича кучайтириш коэффиценти бирдан кичик. Кучланиш бўйича кучайтириш коэффиценти эса

$$K_{уб} = \frac{U_{чикб}}{U_{кирб}} = \frac{I_K R_{ю}}{I_э R_{кирб}} = \frac{\alpha I_э R_{ю}}{I_э R_{кирб}} = \alpha \frac{R_{ю}}{R_{кирб}}$$

Формулада $R_{ю}$ юклама қаршилиги, $R_{кир}$ кириш қаршилигидан анча катта, шу сабабли $K_{УБ}$ бир неча юзларни ҳосил қилади.

Қувват бўйича кучайтириш коэффициентлари

$$K_{рб} = \frac{P_{чикб}}{P_{кирб}} = \frac{\alpha I_{э} U_{чик}}{I_{э} U_{кир}} = \alpha^2 \frac{R_{н}}{R_{кирб}}$$

Формуладан кўринадики, УБ схема қувват бўйича бир мунча кучайтирар экан, чунки $\frac{R_{ю}}{R_{кирб}} > \alpha^2$ дир. Юқорида кўриб чиққанимиздан ток бўйича кучайиши йўқ, кучланиш ва қувват бўйича кучайтириш коэффициентлари ва кириш қаршилиги кичиклиги сабабли, УБ схема амалиётда кам қўлланилади.

Умумий эмиттерли схема. Бу схема 2.16.б-расмда кўрсатилган бўлиб, унда кириш токи бўлиб база токи $I_{кир} = I_{б} = I_{э}(1 - \alpha)$ ҳисобланади.

$$R_{кирэ} = \frac{U_{кирэ}}{I_{кирэ}} = \frac{U_{бэ}}{I_{э}(1 - \alpha)} = \frac{R_{кирэ}}{1 - \alpha}$$

Формуладан кўринадики, УЭ схемасининг кириш қаршилиги УБ схема кириш қаршилигидан бир неча юз марта катта.

Ток бўйича кучайтириш хусусияти:

$$K_{иэ} = \frac{I_{чикэ}}{I_{кирэ}} = \frac{\alpha I_{э}}{I_{э}(1 - \alpha)} = \frac{\alpha}{1 - \alpha} = \beta > 1$$

Кучланиш бўйича кучайтириш коэффициентлари:

$$K_{уэ} = \frac{U_{чикэ}}{U_{кирэ}} = \frac{\alpha I_{э} R_{ю}(1 - \alpha)}{I_{э}(1 - \alpha) R_{кирб}} = \alpha \frac{R_{ю}}{R_{кирб}}$$

бунда $K_{Уэ}$ юзларни ташкил этади.

Қувват кучайтириш коэффициентлари:

$$K_{рэ} = K_{иэ} K_{уэ} = \frac{\alpha}{1 - \alpha} \alpha \frac{R_{н}}{R_{кирб}} = \frac{K_{рб}}{1 - \alpha}$$

Бунда $K_{p\gamma}$ минглари ташкил этади.

УЭ схема амалиётда кенг қўлланилади.

Умумий коллекторли схема (2.16.в-расм) бунда кириш токи $I_{кир}$ база токи билан ифодаланади.

$$I_{кир} = I_{\delta} = I_{\gamma}(1-\alpha)$$

чиқиш токи бўлиб, эмиттер токи I_{γ} ҳисобланади яъни $I_{чикк} = I_{\gamma}$.

УК схемада $K_{ик}$ энг катта қийматга эга бўлади.

Кириш қаршилиги

$$R_{кирк} = \frac{U_{кирк}}{I_{кирк}} = \frac{U_{\deltaк}}{I_{\gamma}(1-\alpha)} = \frac{U_{\gammaк} + U_{\delta\gamma}}{I_{\gamma}(1-\alpha)} = \frac{R_{\gamma\delta} + R_{кир\delta}}{1-\alpha}$$

Кириш қаршилиги бошқа кучайтириш схемаларига нисбатан катта қийматга эга бўлади.

Кучланиш бўйича кучайтириш коэффиценти

$$K_{Ук} = \frac{U_{чикк}}{U_{кирк}} = \frac{I_{\gamma}R_{\gamma\delta}}{I_{\gamma}(1-\alpha)R_{кирк}} = \frac{I_{\gamma}R_{\gamma\delta}(1-\alpha)}{I_{\gamma}(1-\alpha)(R_{\gamma\delta} + R_{кир\delta})}$$

Кўпинча $R_{\gamma\delta} \gg R_{кир\delta}$ бўлганлиги сабабли, $K_{Ук} \approx 1$ га тенг бўлади.

Қувват кучайтириш коэффиценти

$$K_{рк} = K_{ик}K_{ик} \approx \frac{1}{1-\alpha}$$

Шундай қилиб, УКсхемада $K_{Ук}$ бирга яқин. $K_{рк}$ эса юзларни ташкил қилади. Юклама қаршилиги эмиттер занжирига уланганлиги сабабли, бундай схемани эмиттер қайтаргич деб юритилади. Чиқиш кучланишининг фазаси кириш кучланишининг фазаси билан бир хил бўлади.

Эмиттер қайтаргич схемаси кучайтиргич каскадларни бир-бири билан қаршилиги бўйича мослаш учун ишлатилади ёки кучайтиргичнинг чиқиш қаршилигини истеъмолчининг қаршилиги билан мослаш учун ишлатилади.

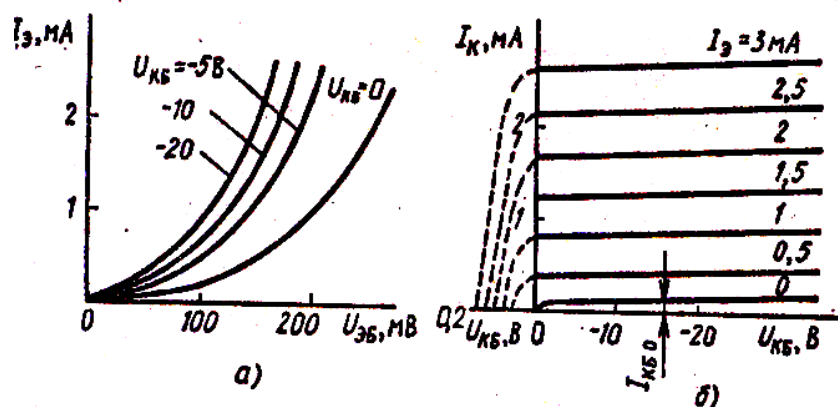
Транзисторларни схемаларда ишлатишда уларнинг оилавий вольт-ампер характеристикаларидан фойдаланилади.

Транзисторларнинг статик вольт-ампер характеристикалари. Транзистор характеристикаси занжирлардаги кучланишлар билан токларнинг боғликлигини ифодалайди.

Транзисторлар асосан кириш ва чиқиш характеристика билан ифодаланиб, кучланишлар билан токларнинг ўзаро боғлиқлиги, транзисторнинг схемага уланиш кўринишига ҳам боғлиқдир. Умумий база схемали транзисторнинг кириш характеристикасини кўриб чиқамиз (2.17-расм) У коллектор-база $U_{кб}$ кучланиши доимий бўлган ҳолда, база токининг база-эмиттер кучланиш функциясини ифодалайди (2.17- расм) яъни

$$I_{э} = f(U_{эб}); U_{кб} = \text{const}$$

2.17-расмда $U_{кб}$ нинг ҳар хил қийматларида эмиттер токининг, база-эмиттер кучланишига боғлиқлик графиги кўрсатилган. Бундай графиклар мажмуасини оилавий (статик) кириш характеристика дейилади. Характеристикадан кўринадики $U_{кб}=0$ қийматда, диоднинг тўғри ўтиш характеристикаси билан мос тушади. $U_{эб}$ кучланиши ортиши $I_{э}$ эмиттер токининг экспонент кўринишида ортишини ифодалайди, ва токнинг катта қийматларида характеристика тўғри чизиққа яқин бўлади. $U_{кб}$ нинг ҳар хил қийматларидаги характеристика чизиқлари бир-биридан унчалик узоқда жойлашмаган, бу шуни кўрсатадики, коллектор ўтишининг майдони эмиттер ўтишига кам таъсир қилади. $U_{эб} < 0$ қийматда р-п ўтишнинг тескари ўтиш характеристикасини ифодалайди.



2.17-расм. Умумий база схемали транзисторнинг характеристикаси

Чиқиш (коллектор) характеристикаси. У эмиттер токи ўзгармас ҳолда коллектор токининг коллектор-база кучланишига боғлиқлигини кўрсатади (2.17.б- расм) яъни

$$I_K = f(U_{K\bar{B}}); I_E = \text{const}$$

2.17.б-расмда транзисторнинг УБ схемали оилавий статик чиқиш характеристикаси ифодаланган. Характеристикадан кўринадики, $I_E = 0$ қийматда коллектор ўтишида $I_{K\bar{B}0}$ тесқари ток оқиб ўтади, у коллектор кучланишининг қийматига кам боғлиқ бўлади. $U_{K\bar{B}}$ нинг кичик қийматидаёқ коллектор токининг тўйиниши ҳосил бўлади.

Эмиттер токининг ортиши коллектор токининг ортишига олиб келади. $U_{K\bar{B}}$ нинг ортиши I_K га жуда кам таъсир қилади. Бу шуни кўрсатадики, коллектор токини ҳосил қилувчи эмиттердан инъекцияланаётган ташувчилар база-коллектор орасидаги кучланишга боғлиқ эмас. Коллектор токи чизиғининг нишаби кичик бўлиши коллектор ўтишининг катта қаршилиққа (бир неча кОм дан мОм гача) эга эканлигидандир.

Ҳарорат ортиши $I_{K\bar{B}0}$ нинг ортишига сабабчи бўлиб, коллектор токининг чизиқлари юқорига кўтарилади.

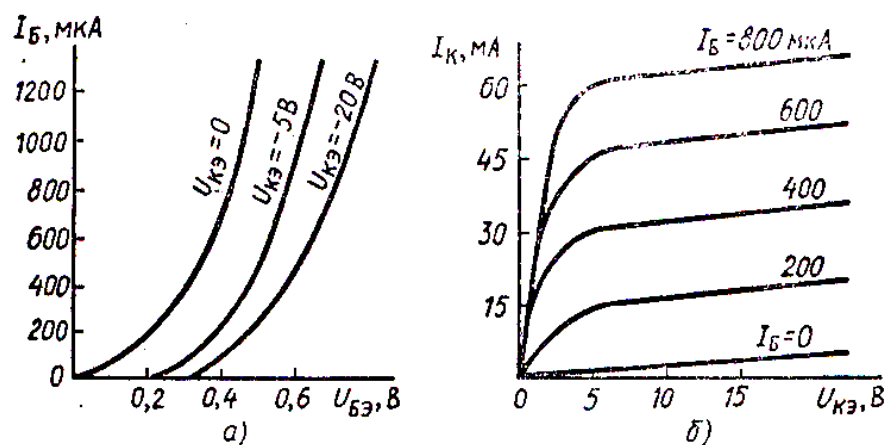
УБ схемали транзисторнинг чиқиш характеристикаси чизиқли кўринишга эгадир. Шу сабабли бундай схема кучайтиргич схемасида ишлатилса, бузилиш кам бўлади.

УЭ схемали транзисторларнинг вольт-ампер характеристикалари.

2.18.а-расмда оилавий статик кириш характеристикаси кўрсатилган бўлиб, унда коллектор кучланиши ўзгармас ҳолатда база токининг база-эмиттер кучланишига боғлиқлик графигини ифодалайди, яъни:

$$I_B = f(U_{B\bar{E}}); U_{K\bar{E}} = \text{const}$$

Кириш характеристикадан кўринадики, коллектор кучланишини ортиши база токи чизиғини ўнга сурилаяпти, бу шуни кўрсатадики, кучланишнинг ортиши база соҳасида рекомбинация эҳтимоли камаяди. Бу эса база токини камайишига олиб келади. Шуни таъкидлаш керакки, $U_{K\bar{E}} > 0$ қийматларида эмиттер токининг чизиқлари бир-бирига яқин жойлашган.



2.18-расм. Умумий эмиттер схемали транзисторнинг
характеристикаси

2.18.б-расмда оилавий чиқиш (коллектор) характеристикаси кўрсатилган бўлиб, унда база токининг ўзгармас қийматида, коллектор токининг коллектор кучланишига боғлиқлик графиги ифодаланган яъни

$$I_K = f(U_{KЭ}); I_B = \text{const}$$

Коллектор токлари координата бошидан бошланиб, $U_{KЭ}$ нинг кичик қийматларида тик кўтарилади. База токининг катта қийматларида коллектор токининг чизиги юқорироқга жойлашади. Шунини таъкидлаш керакки, база токининг ноль қийматида транзистор орқали $I_{KЭ0}$ бошланғич токи оқиб ўтади. Бошланғич токи р-п ўтишдаги тескари коллектор токидан β марта катта бўлади. Яъни

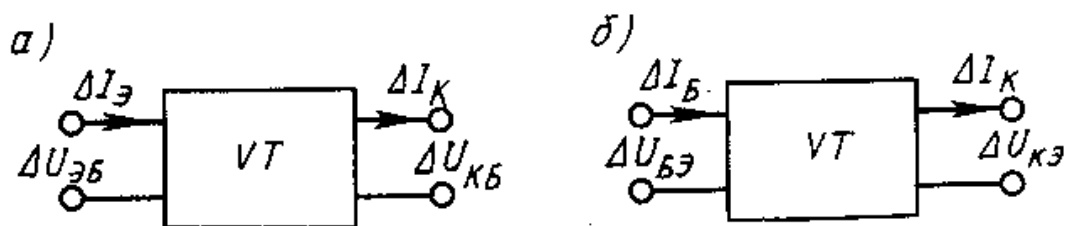
$$I_{KЭ0} = \beta I_{KБ0}$$

$I_{KЭ0}$ нинг катта қийматлиги УЭ схеманинг камчилигидир.

Оилавий статик характеристикалар транзисторнинг статик катталикларини аниқлаш учун ва электрон схемаларни графо-аналитик усул билан ҳисоблаш учун зарур.

Транзисторли қурилмаларни ҳисоблашда ва уни таҳлили кўпинча h -параметр усулидан фойдаланилади. Бунинг учун транзистор кучайтирадиган сигнал кичик қийматли деб ҳисобланади. У ҳолда транзистор тўғри чизиқли тўрт кутб занжир деб қаралади.

Таҳлил қилиш учун У.Э транзистор қурилмасини кўриб чиқамиз (2.19.б-расм) тўрт кутбнинг электрик ҳолати $I_{\bar{o}}$, $U_{\bar{o}\bar{э}}$, I_{κ} ва $U_{\kappa\bar{э}}$ лар билан ифодаланади. тўрт катталиқдан икkitасини $I_{\bar{o}}$ ва $U_{\kappa\bar{э}}$ мустақил деб қаралса у ҳолда икки катталиги $U_{\bar{o}\bar{э}}=F(I_{\bar{o}}, U_{\kappa\bar{э}})$ ва $I_{\kappa}=F_2(I_{\bar{o}}, U_{\kappa\bar{э}})$ функция орқали ифодаланади.



2.19-расм. УБ (а) ва УЭ (б) ли транзисторларга эквалент чиқишли «Тўрт ўтбли» асбоблар.

Юқоридаги шартга биноан кучайтиргич қурилмаларида кириш сигнал кучланиши кичик қийматга эга деб қаралса транзистор характеристикасининг чизикли қисмини эгаллайди. У ҳола кириш сигнали $\Delta U_{\bar{б}\bar{э}}$ ва ΔI_{κ} ортирмалари учун қуйидаги тенглик тўғри келади.

$$\Delta U_{\bar{o}\bar{э}} = \frac{\partial F_1}{\partial I_{\bar{o}}} \Delta I_{\bar{o}} + \frac{\partial F_1}{\partial U_{\kappa\bar{э}}} \Delta U_{\kappa\bar{э}}$$

$$\Delta I_{\kappa} = \frac{\partial F_2}{\partial I_{\bar{o}}} \Delta I_{\bar{o}} + \frac{\partial F_2}{\partial U_{\kappa\bar{э}}} \Delta U_{\kappa\bar{э}}$$

Ёки h-орқали

$$\Delta U_{\bar{o}\bar{э}} = h_{11\bar{o}} \Delta I_{\bar{o}} + h_{12\bar{o}} \Delta U_{\kappa\bar{э}}$$

$$\Delta I_{\kappa} = h_{21\bar{o}} \Delta I_{\bar{o}} + h_{22\bar{o}} \Delta U_{\kappa\bar{э}}$$

Тенгламаларнинг ўнг томонидаги коэффицентлар транзистор параметрлари дейилади ва улар қуйидагиларни ифодалайди:

$h_{11\bar{o}}$ -(чиқиши қисқа туташув ҳолатидаги) кириш қаршилиги.

$h_{12э}$ -(кириши салт ҳолатидаги) тескари боғланиш коэффициенти.

$h_{21э}$ -(чиқиши қисқа туташган ҳолатидаги) токни узатиш коэффициенти.

$h_{22э}$ -(кириши салт ҳолатидаги) чиқиш ўтказувчанлиги.

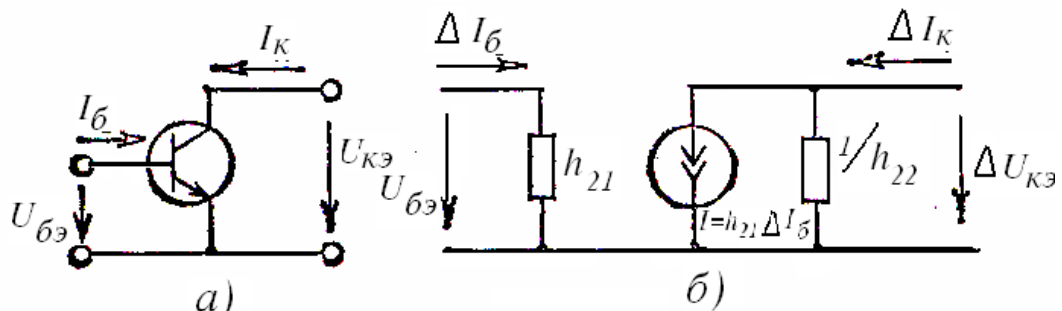
Аниқ схемалар учун транзисторларнинг қуйидаги асосий параметрларини ҳисобга олиш зарур:

Рухсат этилган максимал ўзгармас коллектор токи I_{Kmax} ;

Рухсат этилган ўзгармас коллектор - эмиттер кучланиши $U_{Kэmax}$ (УЭ учун);

Рухсат этилган максимал коллектор ўзгармас қувват сочилиши P_{Kmax} .

Транзисторнинг h -параметри орқали УЭ схеманинг эквивалент схемасини яратиш содда бўлиб, у қаршилиқ ва бошқариладиган ток манбадан иборат бўлади (2.20-расм).



2.20-расм. h -параметрли УЭ схеманинг эквивалент схемаси

Транзисторнинг ҳарорат ва частота хусусияти- муҳит ҳароратининг ортиши ёки пасайиши, транзисторни чиқиш ва кириш характеристикаларининг ҳолати ва параметрини ўзгартиради. Ҳарорат ўзгариши транзисторга салбий таъсирини сабабчиси коллектор тескари токнинг $I_{кбо}$ ҳароратга таъсирчанлигидир. Ҳарорат 10^0 С га ошганда коллектор тескари токи 2 мартага ортади юқорида айtilганидек тескари токнинг ортиши, характеристикага чизиқларининг юқорига силжишига сабаб бўлади. Бу эса транзисторнинг танланган иш режимларини бўзилишига олиб келади. Транзисторнинг термостабиллигини ошириш учун иссиқлик ўзгаришига чидамли матреаллар ишлатилади, масалан кремний ва унинг қоришмаси ва ҳар хил иш режимини термостатлаштирувчи схемалар ишлатилади.

Хулоса.

Хулоса қилиб шуни айтиш керакки, ўқувчиларга Ярим ўтказгичли асбоблар мавзусини ўқитиб, ўргатиш жараёнида уларга етарлича маълумот бердик. Улар мавзунини ўрганиш жараёнида Ярим ўтказгичли асбоблари ҳақида тўлиқ маълумот эга бўлдилар. Асосий масала замон талаб қилаётган бутунлай янги таркибдаги ва ягона услубдаги ўрта умумтаълим, ўрта махсус таълим ва олий ўқув юртлари ислоҳатини ўтказишдан иборатдир. Шу сабаб ҳам Олий Мажлиснинг IX сессиясида “Кадрлар тайёрлашнинг Миллий дастури” қабул қилиниб, унга таълим соҳасидан туб ўзгартиришлар қилиш вазифалари қўйилди.

Шундай экан биз ёшлар ҳам ўз олдимизга қўйилган маъсулиятли ва шарафли вазифани бажаришда янги педагогик технологиялардан фойдаланган ҳолда давлат таълим стандартлари даражасида бажаришга ҳаракат қилишимиз керак.

Мен ушбу курс ишини бажаришда бир қанча техник ва методик адабиётлардан мустақил равишда фойдаландим. Ҳар бир соҳада бўлгани каби фан ва техника тараққиётининг педагогика соҳаси ҳам юқори чўққиларга илдам ҳаракатланиб бораётгани бизни бефарқ қолдирмайди.

IV. Фойдаланилган адабиётлар рўйхати.

1. И.А.Каримов Баркамол авлод-Ўзбекистон тараққиётининг пойдевори: Ўзбекистон Республикаси «Таълим тўғрисида»ги Қонуни. Кадрлар тайёрлаш миллий дастури. Т.; «Шарқ» 1997 йил.
2. Касб-хунар коллежларида мутахассислар тайёрлаш учун ўқув режа ва дастурлар. Тошкент. 1999 йил.
3. К.Давлатов, А.Воробёв, И.Каримов «Меҳнат ва касб таълими, тарбияси ҳамда Касб танлаш назарияси ва методикаси»
4. Н.А.Муслимов, О.А.Қуйсинов «Касб таълим методикаси», ТДПУ. Тошкент 2007 й
5. Нишоналиев У.Н. таҳрири остида «Касбий таълим педагогикаси» Т.: 2005 йил.
6. . Sh.A.Sharipov, Yu.K.Jo'raev "Sanoat elektronika asoslari", T.: Gio fan poligraf, 2009 y. U-7001
7. . X.Nig'matov, "Radioelektronika asoslari", T.: O'zbekiston, 1994 y. U-5006/1
8. . S.F.Amirov, "Elektronikaning nazariy asoslari", T.: Talqin, 2008 y. U-6833
9. . N.SH.Turdiev. "Radioelektronika asoslari", T.: O'qituvchi, 1992 y. 905400
10. .A.S.Karimov va boshqalar. "Elektrotexnika va elektronika asoslari", T.: O'qituvchi, 1995 y. 464 b. U-5186/2
11. . F.E.Evdokimov "Umumiy elektrotexnika", T.: O'qituvchi, 1995 y. 388 b. U-5225/5
12. . A.I.Xonboboev, N.A.'alilov "Umumiy elektrotexnika va elektronika asoslari", T.: O'zbekiston, 2000 y. 445 b.U -5687.
13. WWW.refer.uz
14. WWW.ZiyoNet.uz