

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
АБУ РАЙХОН БЕРУНИЙ номидаги**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

**"ЭЛЕКТРОНИКА ВА АВТОМАТИКА" факультети
"АСБОБСОЗЛИК" кафедраси**

*қўл ёзма
ҳуқуқида*

Муродов Нуриддин

**“Биполяр транзисторларда йиғилган кучайтиргич
каскадларининг стенд моделини ясаш ва виртуал
дастурий моделда текшириш.”**

5521500 “АСБОБСОЗЛИК” йўналиши бўйича бакалавр
даражасини олиш учун

БИТИРУВ МАЛАКАВИЙ ИШИ

Кафедра мудири:
Раҳбар

доц. С.А. Васильева
доц. Ҳайдаров А.Ҳ.

Тошкент 2016 й.

Аннотация

Ушбу малакавий битирув иш, биполяр транзисторлар асосида кучайтиргичлар моделини яратиш ва уларнинг иш режимларини ўрганишга мўлжалланган.

Ўзгарувчан ток кучайтиргичининг номинал кучайтириш коэффициенти энг кам бузилишларга эга ўрта частоталарда аниқланади. Чиқиш сигналининг бузилмаган максимал амплитудаси тўғрисида маълумотга эга бўлмаганимиз учун, аниқланадиган кучланиш қийматини, чиқиш кучланишининг кичкина қийматларида олиб бориш керак, бунинг учун кучайтиргичга кираётган кучланиш қийматини кичик қилиб олиш керак.

Битирув малакавий ишида бир каскадли кучайтиргичда транзистор доимий токи бўйича, стабилизациялаш режимларининг турларини ўрганиш; кучайтиргичлар чизмаларидаги элементларнинг вазифалари тўғрисида тасаввурга эга бўлиш; кучайтириш каскади параметрлари частота характеристикалари ҳақида маълумотга эга бўлиш; чизикли кучайтиргичларни ўрганиш масалалари кўзда тутилган.

Аннотация

Ушбу малакавий битирув ишида биполяр транзисторлар асосида ясалган кучайтиргичлар, ўзгарувчан ток кучайтиргичи номинал кучайтириш коэффициенти энг кам бузилишларга эга ўрта частоталарда аниқланади, бу ҳақида аввалдан маълумотларга эга бўлишимиз керак. Бундан ташқари, чиқиш сигналининг бузилмаган максимал амплитудаси тўғрисида маълумотга эга бўлмаганимиз учун аниқлашни чиқиш кучланишининг кичкина қийматларида олиб

бориш керак, бунинг учун кучайтиргич киришида кучланиш қийматини ҳам мос равишда кичик қилиб олиш керак, бир каскадли кучайтиргичда транзистор доимий токи бўйича стабилизация ва ўрнатиш режимларининг турларини ўрганиш; кучайтиргичлар чизмаларидаги элементларнинг вазифалари тўғрисида тасаввурга эга бўлиш; кучайтириш каскади параметрлари частота характеристикалари ҳақида маълумотга эга бўлиш; чизиқли кучайтиргичларни ўрганаётганда кўникмалар ҳосил қилиш керак.

МУНДАРАЖА

КИРИШ	5
I.УМУМИЙ ҚИСМ	7
1.1 Электр сигнал кучайтиргичлари.....	7
1.1.1 Умумий тушунчалар.	7
1.1.2 Каскад структураси	8
1.1.3 Кучайтириш каскадларининг тоифалари.	10
1.1.4 Транзисторнинг юкламага ишлаши	11
1.1.5 УЭ схемаси бўйича уланган биполяр транзисторда	14
II. Асосий қисм	24
2.1 Биполяр транзисторнинг кичик сигналли кучайтириш каскадларини ҳисоблаш.....	24
2.2 Кичик сигналли кучайтиргичли БТ нинг учун УЭ схемаси.	26
2.3 Кучайтириш каскади асосий параметрлари ҳисоботи(УЭ)	29
2.4 Эмиттер қайтаргичининг ҳисоб-китоби (УК)	31
2.5 Кучайтириш каскади асосий параметрлари ҳисоботи(УК)	33
2.6 БТ учун кичик сигналли кучайтиргичларни ҳисоботи (УБ).....	35
2.7 Кучайтиргич каскадининг асосий параметрлари ҳисоботи.....	36
III. Биполяр транзисторларда йиғилган кучайтиргич каскадларини ўрганиш.	40
VI. Иқтисодий қисм	48
V. Ҳаёт фаолияти хавфсизлиги.....	55
Хулоса:	70
Адабиётлар.....	74

КИРИШ

Замонавий электроникани Зта соҳага бўлиш мумкин:

1. Аналог ва рақамли электроника – электрониканинг бу қисмида сигналларни узатиш, қабул қилиш ва қайта ишлаш амаллари бажарилади.

2. Энергетик (саноат) электроникаси қисмида электроэнергетика, электротранспорт, металлургия ва саноатнинг турли хил соҳаларида ўзгарувчан ва ўзгармас токни ўзгартириш амаллари бажарилади.

3. Информацион електоника қисмида турли жараёнларда (бунга ишлаб чиқариш ва илмий тадқиқотлар ҳам киради) содир бўладиган ҳодисаларни ўлчаш, назорат қилиш ва бошқариш амаллари бажарилади. Электроника маълумотлар йиғиш, уларни қайта ишлаш, автоматик бошқариш, энергия ни ўзгартириш соҳаларида универсал ва керакли восита бўлиб хизмат қилади.

Кучайтиргич каскадларининг ишлатиладиган схема турлари хар хил булиши мумкин. Бунда транзистор УЭ,УК еки УБ схемада уланган булиши мумкин. УЭ схемада уланган каскадлар кенг таркалган. УК схемада уланган каскадлар куп каскадли кучайтиргичларда асосан чикиш каскади сифатида ишлатилади. УБ уланган каскадлар ултракиска тулкинли (УКТ) ва ута юкори частота (УЙЧ) тулкин диапозонида ишловчи генаратор ва кучайтиргичларда кенг кулланилади. Каскаднинг кучайтириш коеффитсиенти бошка параметрлари факат температура узгаришларига эмас ,балки бошка уйготувчи тасирларга хам боглик. Бундайларга кучланиш манбайи, юклама каршилигининг узгариши ва ухшашлар киради. Кучайтиришни таъминлаш учун идеал кучайтиргич ўз таркибида кириш сигнали таъсирида каршилигини чизикли ўзгартувчи

элементга эга бўлиши зарур.Лекин, хозирги кунгача қаршилигини
чизиқли ўзгартувчи кучайтиргич элементлари мавжуд эмас.

I. УМУМИЙ ҚИСМ

1.1 Электр сигнал кучайтиргичлари.

1.1,1 Умумий тушунчалар.

Кучайтиргич деб, кенг манода шундай қурилмага айтиладики, киришдаги кам қувватли сигнал манбанинг ўзгармас энергия сини бошқариб, чиқишда ўзининг ўзгариш қонуниятини қайтарадиган кучайтирилган сигнал ҳосил қилади.

Ҳар қандай кучайтириш, чиқиш қуввати кириш қувватидан катта бўлгандагина манога ега.

$$P_{\text{чик}} > P_{\text{кир}} \quad (1)$$

Кучайтиргичда бундай шарт, таъминлаш манбаи сарфлайдиган қувват, чиқиш қувватидан катта бўлгандагина амал қилади.

$$P_{\text{ист}} > P_{\text{чик}} \quad (2)$$

(2) тенглик шундай тушинтирилади, кучайтиргич қандай бўлишидан қатъий назар ўз-ўзидан (1) шарт бажарилишини таъминлай олмайди, яни қўшимча энергия манбаи бўла олмайди. Бундан ташқари, ҳар қандай қурилма шу жумладан кучайтиргичлар ҳам ички сарфлар туфайли ($P_{\text{йўк}}$) қўшимча энергия истеъмолчиси ҳисобланади.

Шунинг учун $P_{\text{чик}} = P_{\text{ист}} - P_{\text{йўк}}$

Бу тенглик орқали кучайтиргич чиқишида олиниши мумкин бўлган қувватнинг максимал қиймати аниқланади. Манбанинг сарф қуввати ва чиқиш қувватининг қиймати исталган вақтда қуйидаги функционал боланиш орқали аниқланилади.

$$P_{\text{чик}} = \phi(P_{\text{кир}})$$

Бошқача айтганда, ҳар қандай кучайтиргичда кириш сигнали $P_{\text{ВХ}}$, ўзгармас манба $P_{\text{ист}}$ қувватининг сарфини бошқаради, натижада кучайтиргичнинг чиқишида $P_{\text{ВИХ}}$ чиқиш сигнали ҳосил бўлади. Киришга сигнал берилмаганда кучайтиргич чиқишида ҳам сигнал бўлмайди. Кучайтиргич киришига сигнал берилганда еса чиқиш сигнали унинг ўзгариш қонуниятини қайтаради, ҳамда чиқиш қуввати $P_{\text{ВИХ}}$ кучайтиргичнинг киришига берилган сигналнинг $P_{\text{ВХ}}$ қувватидан катта бўлади.

1.1.2 Каскад структураси

Ҳар қандай чизиқли бўлмаган бошқарилувчи элементли каскад иккита занжирдан иборат бўлади, яни кириш ва чиқиш занжирлари. Кириш занжири кучайтирилувчи сигнал манбаидан чиқиш занжири еса каскаднинг таъминлаш манбаидан ва юкламадан иборат. Кириш сигналининг манбаси бўлиб, ҳар хил турдаги датчиклар ва каскадлараро уланишдаги олдинги каскадларнинг чиқиш занжирлари ишлатилади.

Каскад ишлашини эквивалент генератор ҳақидаги теорема асосида таҳлил қилганда, ҳар қандай сигналнинг манбасини, қандайдир ички қаршиликка ега бўлган Э.Ю.К генератори кўринишида тасвирлаш мумкин. Бинобарин датчикнинг тоифасига қараб Э.Ю.К генераторининг ички қаршилиги турлича бўлади. Масалан: агар потенциометрик датчик бўлса, генераторнинг ички қаршилиги актив характерга ега бўлади. Индуктив датчикларда еса ички қаршилик комплекс характерга ега бўлади.

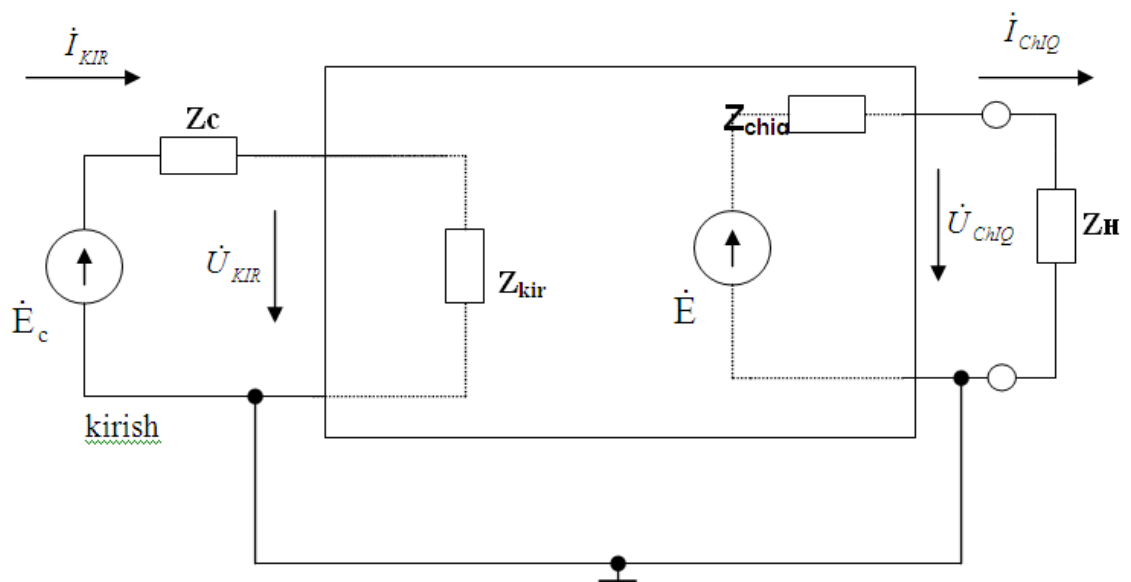
Кўп ҳолларда автоматик қурилмалар кучайтиргичларининг юкламаси бўлиб, бажарувчи қурилмаларнинг чўлғамлари ёки

кейинги кучайтиргич каскадларининг кириш хизмат қилади. Каскадни ҳисоблаётганда юклама у ёки бу структуранинг комплекс қаршилиги деб олинади. Бинобарин умумий ҳолда юклама қарама-қарши Э.Ю.К.дан иборат бўлиши мумкин.

Кучайтириш каскадларининг кириш ва чиқиш занжирлари умумий нуқтага егадир.

2.1. расмда кучайтириш каскадининг соддалаштирилган схемаси келтирилган. Бу схемадаги юклама занжири та`минлаш манбаининг ички қаршилиги нолга тенг.

Сигнал манбаи Z_c қаршиликли $\dot{E}_c$ Э.Ю.Кдан иборат ва у кучайтиргичнинг P_{BX} кириш қаршилигига уланган.



1- расм

$$Z_{KIR} = \frac{\dot{U}_{KIR}}{\dot{I}_{KIR}}$$

Кучайтиргичнинг чиқиш занжирини, чиқиш қаршилиги $Z_{ВИХ}$ ва юклама қаршилиги Z_H билан кетма-кет уланган Э.Ю.К.нинг эквивалент генератори сифатида қараш мумкин.

1.1.3 Кучайтириш каскадларининг тоифалари.

Каскаднинг кириш қаршилиги $Z_{вх}$ ва сигнал манбаининг ички қаршилиги Z_c ўртасидаги муносабатга кура учта режим мавжуддир:

А) $Z_{вх} \gg Z_c$ шарт бажарилганда сигнал манбаи салт юриш режимида ишлайди ва берилган кириш катталиги кучланиш бўлиб $\dot{U}_{вх} \approx \dot{E}_c$ қабул қилинади. Шунинг учун катта кириш қаршилигига ега булган кучайтиргични кучланиш кучайтиргичи деб юритиш мумкин.

Б) Агар $R_{вх} \ll R_c$ шарт бажарилса, сигнал манбаи қисқа туташув режимида якин бўлган режимда ишлайди ва берилган кириш катталиги сифатида $\dot{E}_c$ генераторининг қисқа туташуш токи ($\dot{I}_{вх} \approx \dot{I}_c$) қабул қилинади. Бундай кучайтиргич ток кучайтиргичи деб аталади. Шундай қилиб $Z_{вх}$ узгармас қаршиликка ега бўлган каскад, Z_c (датчик) қаршиликнинг қийматига кўра ток кучайтиргичи ёки кучланиш кучайтиргичи ҳам бўлиши мумкин.

С) Агарда $Z_{кпр}$ қаршилик билан Z_c сигнал манбаининг ички қаршилиги максимал актив қувватни узатиш шароитига якин бўлса, унда кучайтиргични қувват кучайтиргичи деб юритиш мумкин.

$$Z_c = Z_{кпр}$$

бу ерда, $Z_{кпр}$ - комплекс қаршилик (Z_c га қўшма).

Датчикнинг тоифаси кириш занжирининг ишлаш режимини аниқлайди, яни кучайтиргичнинг кириш қаршилиги қийматини аниқлайди, хусусан, кучайтиргичнинг тоифасини ҳам аниқлайди. (потенциометрик ҳамда индуктив датчиклар салт юриш режимида, яни кучланиш кучайтиргичи режимида ишлаши мақсадга мувофиқ.

$Z_{\text{кир}}$ қаршилиги билан юкланган датчиклар ма`лум миқдорда ўз характеристикаларини (узатиш коеффисиенти, сезгирлиги ва б.қ.) узгартириб юборади.

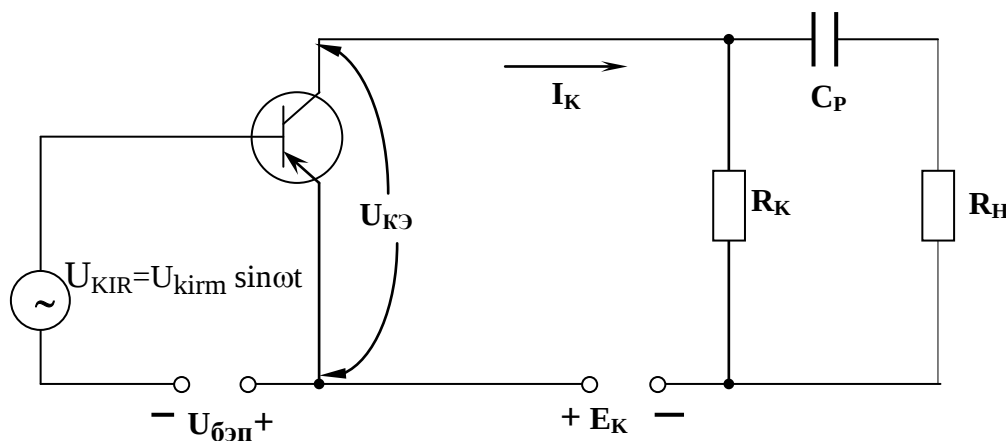
$Z_{\text{вих}}$ ҳамда $Z_{\text{ю}}$ қаршиликлари орасидаги муносабат ҳам худди кириш занжиридаги каби бўлиши мумкин. У ҳолда $Z_{\text{н}} \gg Z_{\text{чик}}$ шарт бажарилиб, каскаднинг чиқиш катталиги кучланишдан иборат бўлади ва каскад потенциал чиқишли каскад деб номланиди. $Z_{\text{н}} \ll Z_{\text{чик}}$ бўлганда еса, каскаднинг чиқиш катталиги токдан иборат бўлади ҳамда каскад ток чиқишли каскад деб номланади.

Агар $Z_{\text{н}}$ ҳамда $Z_{\text{чик}}$ қаршиликлари мос келса, каскаднинг чиқиш катталиги қувватдан иборат бўлади ва каскад, сигналини қувват бўйича кучайтириш каскади деб номланади.

Сигнални қувват бўйича кучайтириш бу шартли тушунча бўлиб, у $Z_{\text{н}} = Z_{\text{чик}}$ тенгликни кўрсатиш учун ишлатилади, умуман олганда еса ҳамма каскадлар ҳам сигнални қувват бўйича кучайтиради.

1.1.4 Транзисторнинг юкламага ишлаши

УЭ бўйича уланган биполяр транзистор асосида қурилган, оддий кучайтиргич схемасини кўриб чиқайлик (2-расм).



2-расм

Юклама занжири узиб қўйилган хол учун ($+E_K$, транзистор, R_K , $-E_K$ занжири учун) Кирхгофнинг 2-қонунини қўллаймиз.

$$E_K = U_{KЭ} + U_{P_K}$$

$$U_{KЭ} = E_K - I_K \cdot R_K \quad (1)$$

Шундай қилиб, кучайтирувчи элемент R_K билан биргаликда ишлаганда $U_{KЭ}$ кучланиш чиқиш токининг функцияси бўлади ва ўз ўрнида кириш кучланишининг ўзгариши натижасида у ҳам ўзгаради.

Берилган тенглама бўйича транзисторнинг статик чиқиш характеристикасига қурилган динамик характеристика транзисторнинг юклама чизиғи дейилади. Ўзгарувчан ҳамда ўзгармас токлари учун юклама чизиғи алоҳида мавжуддир. (1) тенглама бўйича ўзгармас ток учун юклама чизиғини қурайлик. (1) тенглама тўғри чизиқ тенграмаси бўлиб, уни иккита маълум нукта бўйича қуриш мумкин.

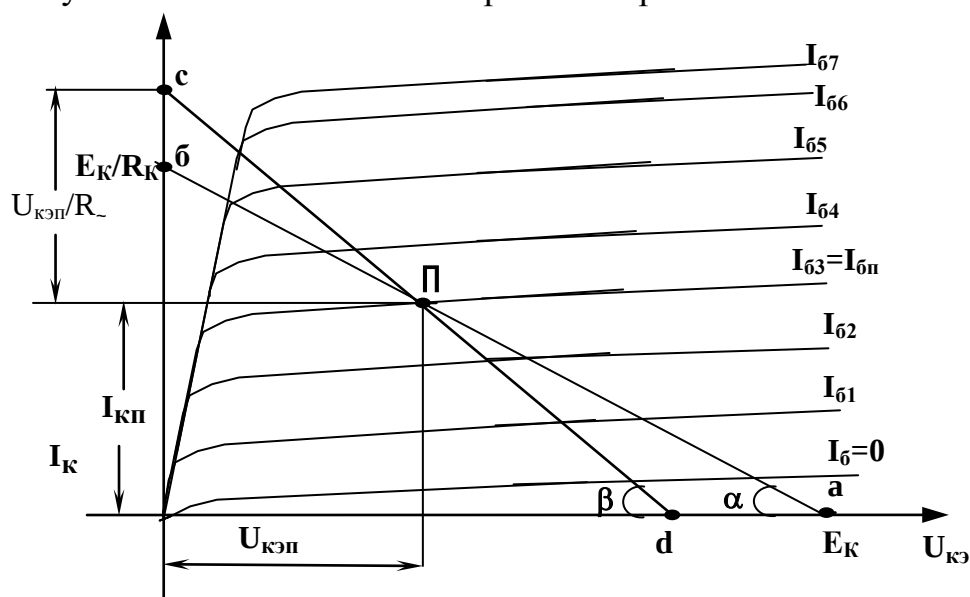
«а» нукта $I_K = 0$, $U_K = E_K$ нукталарга мос келса,

«б» нукта $U_{KЭ} = 0$, $I_K = E_K / R_K$ нукталарга мос келади.

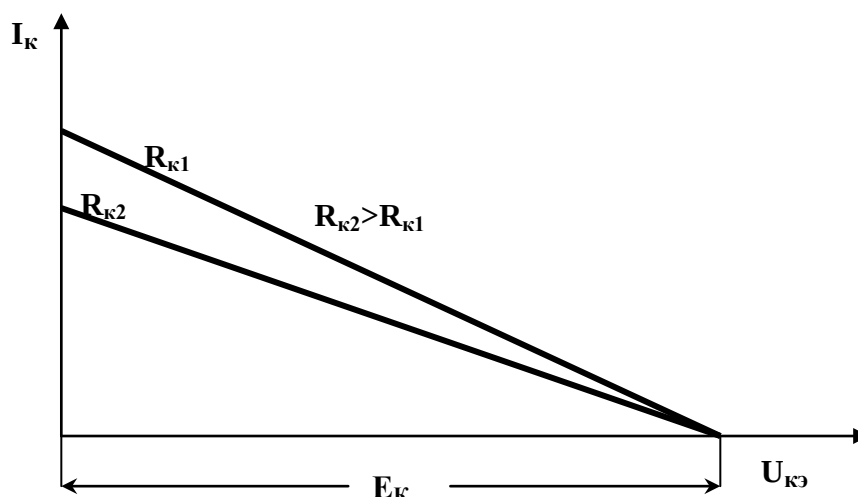
Тўғри чизиқнинг оғиш бурчаги қуйидагича аниқланилади:

$$\sin \alpha = R_K \quad (3\text{-расм}).$$

3-расмда R_K нинг турли қийматлари учун кучайтиргичнинг ўзгармас ток бўйича юклама чизиғилари келтирилган.



3-расм₂



4-расм

Кучайтиргичнинг иккита режими мавжуд:

вазистатик (R_H - уланмаган)

1. динамик (R_H - уланган)

Квазистатик режимда $R_+ = R_{\sim} = R_K$

Динамик режимда $R_+ = R_K$, $R_{\sim} = R_K \parallel R_H$ бўлади.

Бу ерда,

R_+ - ўзгармас ток бўйича қаршилиқ

$R_{\sim}$ - ўзгарувчан ток бўйича қаршилиқ.

$$R_{\sim} = \frac{R_K \cdot R_H}{R_K + R_H}$$

Ўзгарувчан ток бўйича юклама чизиғи $stg\beta = P_{\sim}$ - ифода ёрдамида аниқланилади. Кириш токи силжитиш токига ($I_{бп}$) тенг бўлганда транзисторнинг статик чиқиш характеристикасининг ўзгармас ток бўйича юклама чизиғи билан кесишиш нуқтаси, тинчланиш нуқтаси дейилади. Ўзгарувчан ток бўйича юклама чизиғи ҳам П тинчланиш нуқтасидан ўтади, чунки киришда ўзгарувчан сигнал бўлмаганда чиқишдаги ток $I_{и} = I_{кп}$ бўлади.

Транзисторнинг киришга ўзгармас силжитиш кучланиши билан бирга ўзгарувчан $U_{вх} = U_{вхм} \sin \omega t$ сигнал берилганда, чиқиш токи қуйидаги ифода орқали ўзгаради.

$$I_{вх} = I_{кп} + I_{к \sim} = I_{кп} + I_{км} \sin \omega t$$

Чиқиш кучланиши кириш токи оний қийматига боғлиқ бўлади ва юклама режимининг тенгламасини қуйидагича ифодалаш мумкин бўлади.

$$U_{кэ} = E_k - (I_{кп} R_k + I_{к \sim} R_{\sim}) = (E_k - I_{кп} R_k) - I_{к \sim} R_{\sim} = U_{кэп} - I_{к \sim} R_{\sim}$$

Ўзгарувчан ток бўйича юклама чизиғининг «с» нуқтасини $U_{кэ} = 0$ деб олиб, аниқлаш мумкин.

$$U_{кэп} = I_{к \sim} R_{\sim}, \text{ бу ердан } I_{к \sim} = U_{кэп} / R_{\sim}$$

«с» нуқтадаги натижавий ток қуйидагига тенг бўлади.

$$I = I_{кп} + \frac{U_{кэп}}{R_{\sim}}$$

1.1.5 УЭ схемаси бўйича уланган биполяр транзисторда

бир каскадли кучайтиргич.

Кучайтиргич каскадининг схемаси 8.1-расмда келтирилган. Схеманинг асосий элементлари бўлиб, таъминлаш манбаи E_k , бошқарувчи элемент-транзистор Т ва резистор R_k ҳисобланади. Бу элементлар кучайтириш каскадининг асосий занжирини ташкил қилишади. Каскаднинг қолган элементлари ёрдамчи вазифани бажаради. C_{p1} , C_{p2} конденсаторлар ажратувчи конденсаторлар ҳисобланади. Конденсатор C_{p1} ўзгармас ток бўйича кириш сигнали манбаи занжирини, каскаднинг кириш занжири билан параллел уланишини олдини олади, бу еса биринчидан ўзгармас токни E_k - R_1 - R_p занжири бўйича кириш сигнали манбаи орқали оқиб ўтишини

бартараф этади, иккинчидан, тинч ҳолат режимида $U_{бп}$ базада $Eг$ кучланиш манбаининг ички каршилиги R_p дан озод бўлишини таъминлайди. C_{p2} конденсаторнинг функцияси, юклама занжирига чиқиш кучланишининг ўзгарувчан ташкил етувчиларини ўтказиб, ўзгармас ташкил етувчиларини ушлаб қолишдан иборат.

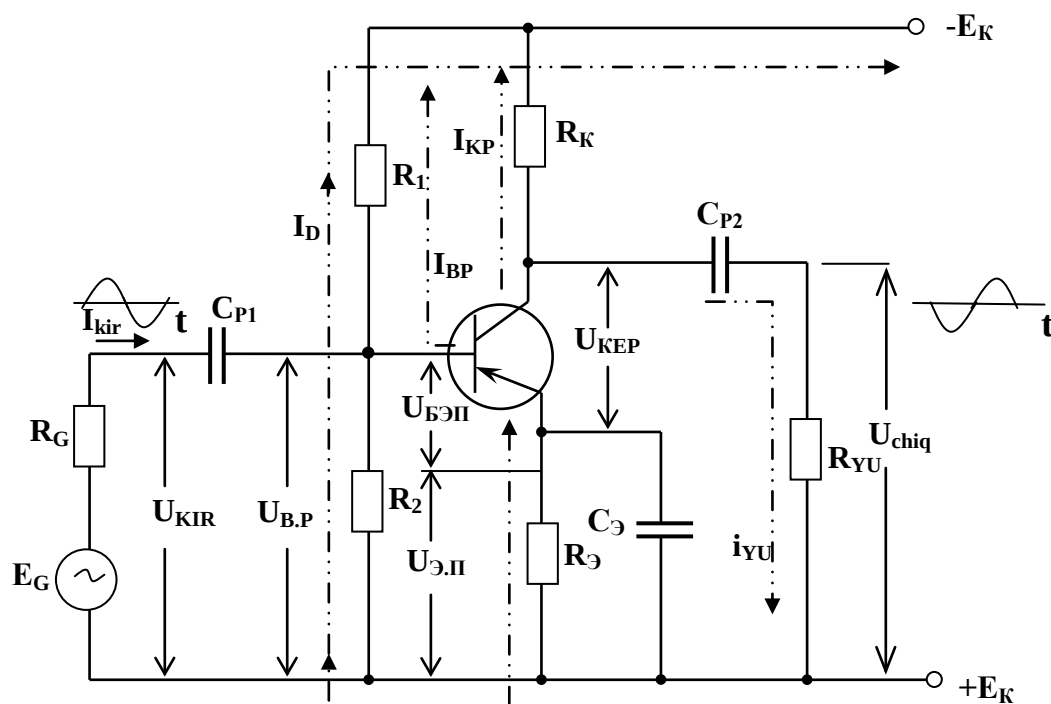
$R1$ ва $R2$ резисторлар каскад учун тинчланиш ҳолат режимини таъминлайди.

Биполяр транзисторни ток билан бошқарилишини ҳисобга олсак, бошқарувчи элементнинг тинчланиш ҳолати токи ($I_{кр}$), тинчланиш ҳолати учун база токининг берилиши билан таъминланади. $R1$ резистор $I_{бр}$ токининг ўтиш занжирини ҳосил қилади, $R1$ ва $R2$ резисторлар биргаликда таъминлаш манбаининг "+" қутбига нисбатан базада $U_{бп}$ бошлангич кучланишини таъминлайдилар.

R_e резистор манфий тескари боғланиш elementi бўлиб, температура ўзгарганда каскаднинг тинчланиш ҳолатини стабиллаш учун мўлжалланган.

Конденсатор C_e ўзгарувчан ток бўйича манфий тескари боғланишни бартараф этади ва ўз навбатида кучайтириш коэффициентининг камайишини олдини олади.

Транзисторнинг эмиттер қутби ўзгарувчан ток бўйича кириш ҳамда чиқиш занжирлари учун умумий бўлганлиги сабабли, кучайтиргич схемаси « умумий эмиттер » схемаси деб юритилади.



5-расм

Каскадни ўзгармас ток бўйича анализ килиш, график куриш ва ҳисобланувчи муносабатларга асосланган графо-аналитик усул билан амалга оширилади. График куриш транзисторнинг чиқиш (коллектор) характеристикалари ёрдамида амалга оширилади

(5-расм). Усулнинг қулайлиги шундаки, каскадни ҳисоблаётганда бошланғич деб қабул килинган, каскадни тинчланиш ҳолати режими параметрларининг ($U_{кеп}$ ва $I_{кп}$) ўзгарувчан ташкил етувчилари амплитудалари билан (чиқиш кучланиши $U_{вихм}$ ва $I_{км}$ токи) боғлиқлиги яққол кўринади ва топилади.

Чиқиш характеристикаларида (5-расм) ўзгармас ток бўйича юклама чизиғи (а-б) қуйидаги тенглама бўйича ўтказилади.

$$U_{кеп} = E_K - I_{кп} * R_k - e_{п} * R_{э} - E_K - I_{кп} * R_k - (I_{кп}/2) * R_{э}$$

бу ердан,

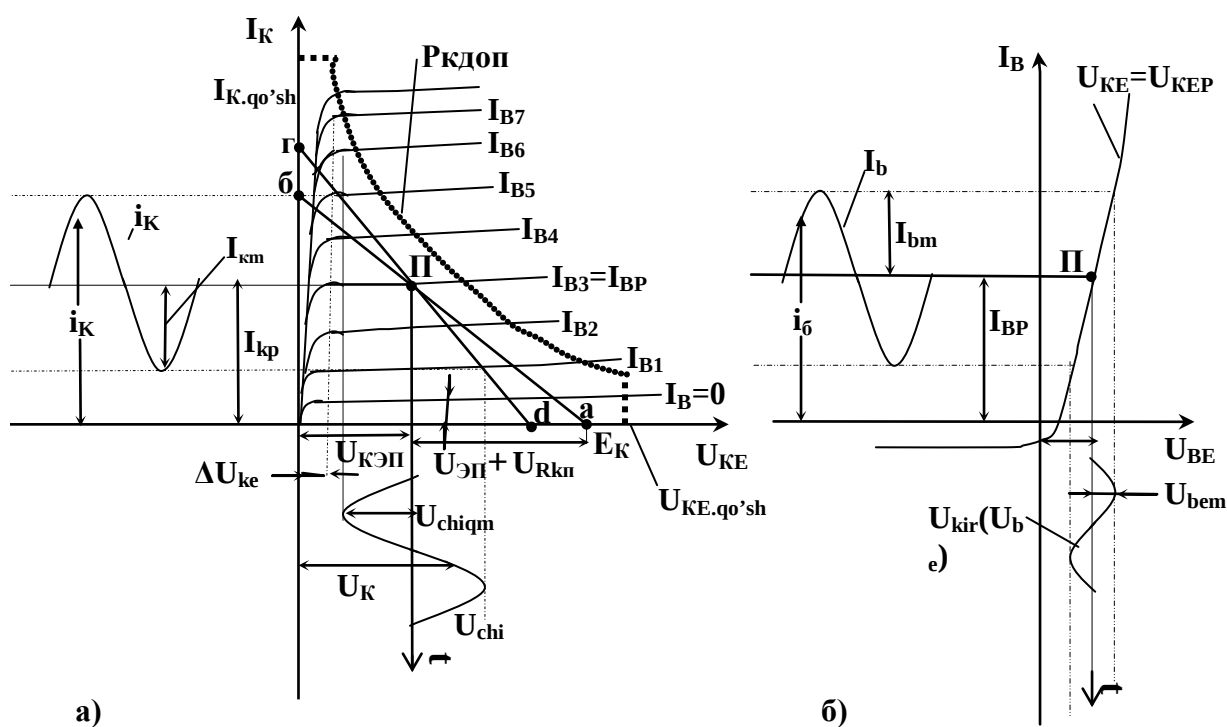
$$U_{кеп} = E_K - I_{кп} (R_k + R_{э})$$

Бу тенглама икки нуқтадан ўтказиш мумкин бўлган тўғри чизик тенгламаси ҳисобланади.

"а" нуқта учун $I_{кп}=0$, $U_{кеп}=-E_k$ ва

"б" нуқта учун $U_{кп}=0$ $I_{кп}=E_k/(R_k+R_э)$.

Кириш (база) характеристикаси $I_б=\Phi(U_{бэ})$ дан база токининг $I_б=I_{бп}$ керакли қийматини танлаб, чиқиш характеристикалари оиласида шу ток қийматига тўғри келувчи характеристикани топиб, каскаднинг ўзгармас ток бўйича юклама чизиғи билан кесишган нуқтаси (тинчланиш нуқтаси П) нинг координатасини аниқлаймиз (6-расм).



6-расм

Каскаднинг чиқиш кучланиши ва коллектор токининг ўзгарувчан ташкил етувчиларини аниқлаш учун, ўзгармас ток бўйича юклама чизиғи қўлланилади. Ўзгарувчан ток бўйича юклама қаршилиги қуйидагича топилади $R_{н\sim}$
 $=R_k R_{н\sim}$, чунки чиқиш токининг ўзгарувчан ташкил етувчиларининг ўтиш ё`ллари қуйидагидан иборат.

1) $+E_k, C_e, \text{транзистор}, R_k, -E_k$;

2) $+E_k, P_X, C_{p2}, R_k, -E_k$.

Кириш сигнали берилганда, транзисторнинг ток ва кучланиши ўзгармас ҳамда ўзгарувчан ташкил етувчиларидан иборат бўлганлиги учун, ўзгарувчан ток бўйича юклама чизиғи тинчланиш нуктаси П дан ўтади (8.2а расм). Ўзгарувчан ток бўйича юклама чизиғи («г»-«д») ўзгармас ток бўйича юклама чизиғига нисбатан тикроқ бўлади. Ўзгарувчан ток бўйича юклама чизиғи, кучланиш ва ток ортирмаларининг нисбати орқали ясалади.

$$\Delta U_{ke} / \Delta I_k = R_k \quad R_X ||$$

Каскад киришига U_{bx} кучланиш берилганда, транзисторнинг база занжирида U_{bx} кучланиш билан транзистор кириш характеристикаси орқали боғланган i_b токининг ўзгарувчан ташкил етувчилари ҳосил бўлади (8.2б расм). Коллектор токи βI_b га тенг бўлганлиги учун, транзисторнинг коллектор занжирида i_k токининг ўзгарувчан ташкил етувчиси ($I_{k\sim}$) ва ўзгарувчан чиқиш кучланиши ўзаро ўзгарувчан ток бўйича юклама чизиғи билан боғланган

Ҳисоблаш учун бошлангич параметрлар бўлиб чиқиш кучланиши ($U_{вихм}$) ва юклама токининг ($I_{нм}$) ўзгарувчи ташкил етувчиларининг амплитуда қийматлари ҳисобланади, демак юклама куввати R_H ва юклама каршилиги R_H ҳам бошлангич параметр бўлади.

Кучайтирилувчи сигналнинг бузилишини олдини олиш учун тинчланиш режимининг параметрлари қуйидаги шартларни қаноатлантириши керак:

$$U_{кэп} > U_{вихм} + \Delta U_{кэ}$$

$$I_{кп} > I_{км} + I_{к0(э)max}.$$

$\Delta U_{ке}$ - коллектордаги кучланиш бўлиб, транзистор чиқиш характеристикаси нозизиқли соҳасининг бошланғич қисмига мос келади.

$I_{к0(э)max}$ - коллекторнинг бошланғич иссиқлик токи бўлиб, максимал температурага мос келади.

$I_{км}$ токи каскаднинг чиқиш кучланиши билан қуйидагича боғланган.

$$I_{км} = U_{вихм}/R_k \quad R_x = U_{вихм}/R_x \sim$$

Каскаднинг кучайтириш коэффициентини ошириш учун, R_k катталиқни R_x дан 3-5 марта катта қилиб олинади.

Танланган $I_{кп}$ ток бўйича тинчланиш ҳолатининг база токи

$$I_{бп} = (I_{кп} - I_{к0(э)})/\beta \sim$$

транзисторнинг кириш характеристикалари бўйича еса кучланиш $U_{беп}$ топилади (6-расм).

Тинчланиш ҳолатининг эмиттер токи тинчланиш ҳолатининг коллектор токига тенг деб олинади.

$$I_{эп} = I_{кп}$$

E_k катталиқни танлаганда (агар у берилмаган бўлмаса) қуйидаги шартларга риоя қилиш керак:

$$E_k = U_{кэп} + I_{кп} R_k + U_{эп}$$

$$U_{эп} = I_{эп} R_e \approx I_{кп} * R_e$$

Одатда $U_{эп} = (0,1 \div 0,3) E_k$

Унда $E_k = (U_{кэп} + I_{кп} R_k) / (0,7 \div 0,9)$, $R_э = U_{эп} / I_{кп}$.

Бўлувчи каршиликлар қуйидагича аникланилади.

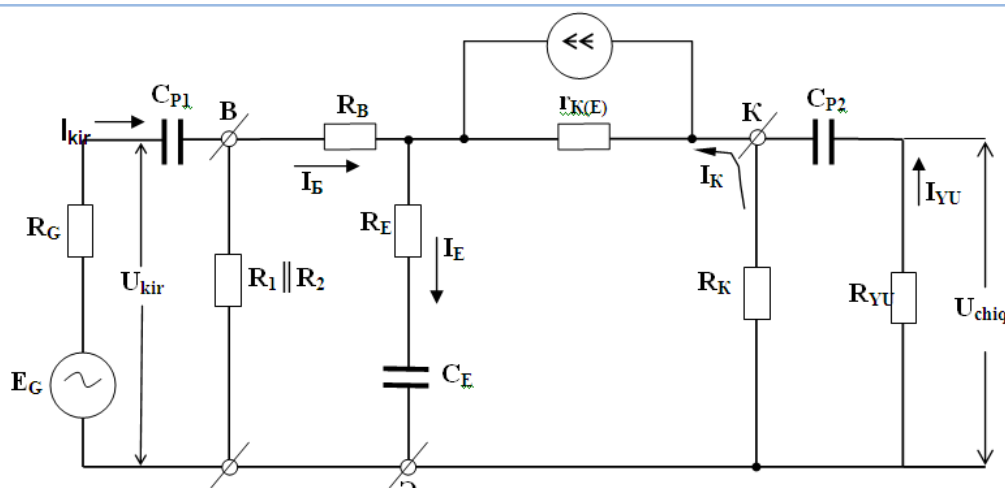
$R_2 = U_{бп} / I_d = (U_{эп} + U_{бэп}) / I_d$, бу ерда $I_d = (2 \div 5) I_{бп}$

$R_1 = (E_k - U_{бп}) / (I_d + I_{бп})$

Транзистор танланганда, частота диапазонини шу билан бирга ток, кучланиш ва кувват бўйича параметрлари ҳисобга олинади.

Бунда $I_{кмах} = I_{кп} + I_{км} < I_{к.доп}$, $U_{кэ.доп} > E_k$, $R_k = U_{кп} I_{кп} < R_{к.доп}$

Каскаднинг асосий параметрлари бўлиб, ток бўйича кучайтириш коэффициенти K_I , кучланиш бўйича кучайтириш коэффициенти K_U , кувват бўйича кучайтириш коэффициенти K_P , шу билан бирга кириш $R_{вх}$ ва чиқиш $R_{вих}$ каршиликлар ҳам ҳисобланади. Бу кўрсаткичларни аниқлаш масаласи,



7-расм

кучайтириш каскадини ўзгарувчан ток бўйича ҳисобланганда хал бўлади. Ҳисоблаш методи транзисторни ва бутун каскадни ўзгарувчан ток бўйича алмаштириш схемасини келтириб ҳисоблашга

асосланган. 7-расмда паст ва ўрта частоталар учун УЭ каскадинини алмаштириш схемаси келтирилган.

Каскадни ҳисоблаш, ўрта частоталар оралиғи учун амалга оширилади, чунки бу ораликда схема элементлари параметрларининг частотага боғлиқлиги ҳисобга олинмайди, 7-расмда келтирилган схемадаги конденсаторларнинг қаршилиги нолга тенг ва уларни ҳисобга олмаса ҳам бўлади. Ўзгарувчан ток бўйича таъминлаш манбаи қаршилиги нолга тенг, шунинг учун алмаштириш схемасида R1 резисторнинг юқори қутби эмиттер қутби билан боғлаган.

Юқорида қабул қилинганидек, кириш сигнали синусоидал деб қабул қилинади. Схемадаги ток ва кучланишларнинг таъсир етувчи қийматлари келтирилади, улар амплитуда қиймати билан $1/\sqrt{2}$ коэффициенти орқали боғланган.

Каскаднинг кириш қаршилиги $R_{вх}$ ни аниқлаймиз. У транзистор кириш занжирининг қаршилиги $R_{вх}$ ва R_1, R_2 қаршиликларнинг параллел уланишидан топилади.

$$R_{вх} = R_1 || R_2 || U_{вх}.$$

$R_{вх}$ қаршиликни топиш учун $U_{бэ}$ кучланишни $I_б$ ток орқали ифодалаймиз. Ток манбаи $\beta I_б$ нинг ички қаршилиги катта бўлганлиги учун ва $R_{к(э)} + R_к || R_х \gg R_э$ бўлишини ҳисобга олиб, қуйидагига ега бўламиз:

$$U_{бэ} = I_б R_б + I_э r_э, \quad U_{бэ} = I_б [r_б + (1 + \beta) r_э]$$

Охирги тенгликни иккала томонини $I_б$ га бўлиб,

$$r_{вх} = r_б + (1 + \beta) r_э \text{ ни ҳосил қиламиз.}$$

Одатда УЭ каскадининг кириш қаршилиги $R_{вх}$ 1-3 кОМ дан ошмайди. Ток бўйича каскаднинг кучайтириш коэффициенти $R_{вх} \approx r_{вх}$ ва $r_{к(э)} \gg R_к || R_х$ бўлганда $K_I \approx \beta R_к || R_х / R_х$ га тенг.

Каскаднинг кучланиш бўйича кучайтириш коэффициенти

$$K_U = U_{вих} / E_r \text{ га тенг.}$$

Агар чиқишдаги(юкламадаги) кучланишни юклама токи орқали $U_X = I_X R_X$, манба кучланишини(E_r) каскаднинг кириш токи орқали ифодаласак кучайтириш коэффициенти қуйидагига тенг бўлади:

$$K_U = -I_X R_X / (I_{BX} (R_r + R_{BX})) = -K_I R_X / (R_r + R_{BX})$$

K_I ифодасини қўйиб

$$K_U \approx -\beta R_K || R_X / (R_r + R_{BX}) \text{ га ега бўламиз.}$$

УЭ схемасида K_U 20 - 100 оралиғида бўлади.

УЭ кучайтириш каскади, чиқиш кучланишини кириш кучланишига нисбатан фаза бўйича 180° га айлантиради(6-расм), бу K_U ифодасида "-" орқали кўрсатилган.

Кувват бўйича кучайтириш коэффициенти

$$K_P = R_{BX} / R_{BX} = K_U K_I$$

УЭ схемасида K_P $(0,2-5)10^3$ ни ташкил килади.

Киришга сигнал берилмаганда ва юклама схемага уланмаган ҳолатда, каскаднинг чиқиш қаршилиги каскаднинг эквивалент схемасининг чиқиш қутбига нисбатан аниқланилади томонидан. Агар βI_0 манбаининг ички қаршилигини нолга тенг деб олсак, каскаднинг чиқиш қаршилиги $R_{BX} = R_K$ бўлади.

Паст частоталар оралиғида кучайтиргичнинг кучайтириш коэффициенти $C_{П1}$, $C_{П2}$ ва C_E конденсаторларнинг сиғимлари таъсир килади. Конденсатор сиғимларининг таъсирларини, шу конденсаторларни ўз ичига олган занжирларнинг паст частотали вақт доимийлари ёрдамида ҳисобга олиш мумкин. Вақт доимийлари:

$$\text{кириш занжирининг; } \tau_{BX} = C_{p1} \cdot (R_r + R_{BX})$$

$$\text{чиқиш занжирининг; } \tau_{ВЫХ} = C_{p2} \cdot (R_K + R_H)$$

$$\text{эмиттер занжирининг; } \tau_9 = C_9 \cdot r_9$$

Юқорида айтиб ўтилган вақт доимийларининг ҳар бири натижавий частота бўйича бузилиш коэффисиенти M_x га таъсир килади. M_H нисбий бирликларда аниқланилади:

$$M_H = M_{H_{ВХ}} M_{H_{ВЫХ}} M_{H_e}$$

бу ерда,

$M_{H_{ВХ}}$ - кириш занжирининг частота бўйича бузилиш коэффисиенти;

$M_{H_{ВЫХ}}$ - чиқиш занжирининг частота бўйича бузилиш коэффисиенти;

M_{H_e} - емиттер занжирининг частота бўйича бузилиш коэффисиенти;

Юқорида айтилган ҳар бир частота бўйича бузилиш коэффисиенти қуйидагига тенг:

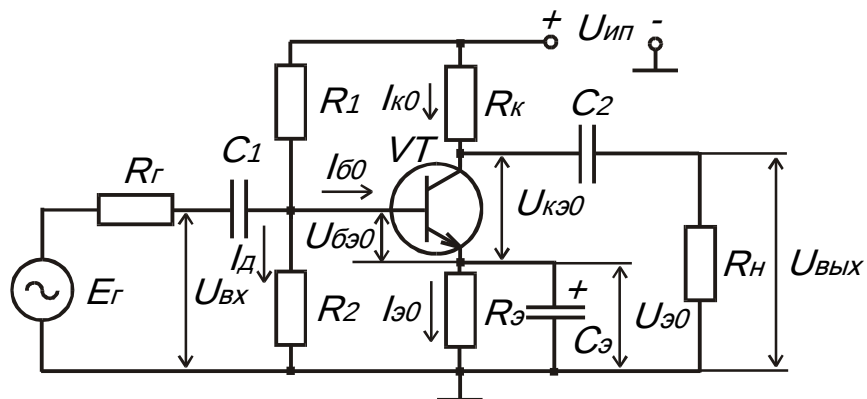
$$M_{H.ВХ,ВЫХ,Э} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{1}{\omega \tau_{ВХ.ВЫХ.Э}} \right)^2}}$$

Одатда кучайтиргичга берилган частота бўйича бузилишлар уларни ҳосил қилувчи элементларга тақсимланади. Элементларнинг узи еса ўзига мос келувчи частота бўйича бузилиш коэффисиентлари орқали аниқланилади.

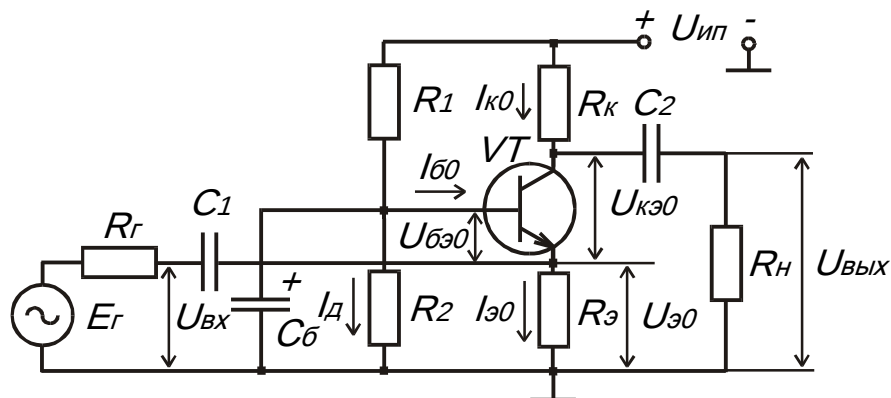
II. Асосий қисм

2.1 Биполяр транзисторнинг кичик сигналли кучайтириш каскадларини ҳисоблаш

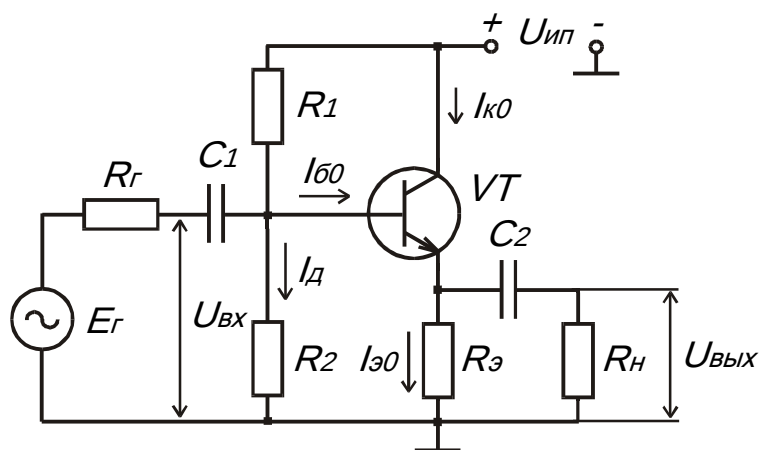
1. БТ нинг УЭ(УБ, УК) (1,2,3-расмлар) частота чизиқлари $f_n = 20 \text{ Гц}$ дан $f_c = 20 \text{ кГц}$ гача.



1-расм



2-расм



3-расм

Бошланғич маълумотлар параметрлари УЭ каскади учун.

№	Тури(БТ)	$U_{кэ0},$ В	$I_K,$ мА	$E_r,$ мВ	$R_r,$ Ом	$R_H,$ кОм	$C_H,$ нФ
01	КТ 315Г	5	5	1	100	5	0,1

Бошланғич маълумотлар параметрлари УБ каскади учун.

№	Тури(БТ)	$U_{кэ0},$ В	$I_K,$ мА	$E_r,$ мВ	$R_r,$ кОм	$R_H,$ кОм	$C_H,$ нФ
01	КТ 315Г	5	5	1	1	5	0,1

Бошланғич маълумотлар параметрлари УК каскади учун.

№	Тури(БТ)	$E_r,$ мВ	$R_r,$ кОм	$R_H,$ Ом	$C_H,$ нФ	$U_{ип},$ В
01	КТ 315Г	500	3	100	0,1	9

Параметрлар	УБ схемасида	УК схемасида
$r_{BX \text{ Т}}$	$h_{11б} = r_э + (1 - h_{21б})r'_б$	$r'_б + (r_э + R_э R_H)(h_{21э} + 1)$
R_{BX}	$R_э r_{BX \text{ Т}}$	$R_б r_{BX \text{ Т}}$
$R_{ВЫХ}$	R_K	$R_э \left(r_э + \frac{r_э^{\odot} + R_э R_э}{1 + h_{21э}} \right)$

K_i	$\frac{h_{21Б} R_K}{R_K + R_H}$	$\frac{(1 + h_{21Э}) R_Э}{R_Э + R_H}$
K_u	$h_{21Б} \frac{R_K R_H}{R_Э R_{BX T}}$	$\frac{(1 + h_{21Э})(R_Э R_H)}{R_{BX}}$
f_H	$\frac{1}{1/(2\pi C1(R_\Gamma + R_{BX}))}$ $\frac{1}{1/(2\pi C2(R_{ВЫХ} + R_H))}$ $\frac{1}{1/(C_6 R_6)}$	$\frac{1}{1/(2\pi C1(R_\Gamma + R_{BX}))}$ $\frac{1}{1/(2\pi C2(R_{ВЫХ} + R_H))}$
f_B	$\frac{1}{1/(2\pi(R_\Gamma R_{BX})(C_{ЭП} + C_{К ЭКВ}))}$ $\frac{1}{1/(2\pi(R_H R_{ВЫХ})C_H)}$ $f_{h21б}$	$\frac{1}{1/(2\pi(R_\Gamma R_{BX})C_K^*)}$ $\frac{1}{1/(2\pi(R_\Gamma R_{BX})C_Э)}$ $\frac{1}{1/(2\pi(R_H R_{ВЫХ})C_H)}$ $f_{h21э}$

Муносабатларни ҳисоблаш учун формулалар

2.2 Кичик сигналл кучайтиргичли БТ нинг учун УЭ схемаси.

1. Ишчи нуқта стабилизацияси билан таъминланган кучланишнинг камайиши қаршилик $R_Э$ (эмиттер потенциали) шароитга қараб танланади

$$U_{э0} = I_{э0} R_Э = 0,2 U_{КЭ0};$$

Бу минимал кучланиш, талаб қилинадиган чиқиш температурасининг компенсациясини қандай кўпайтириш, қандай қилиб камайтириш деган саволларга жавоб бўлади.

КТ315Г транзисторида $U_{КЭ0} = 5В$, унда

$$U_{э0} = I_{э0} R_Э = 0,2 U_{КЭ0} = 1В$$

Манба кучланиши $U_{ин}$

$$U_{ин\cdot} = 2U_{КЭ0} + U_{э0} = I_{К0} R_K + U_{КЭ0} + U_{э0},$$

$$U_{ин\cdot} = 2U_{КЭ0} + U_{э0} = 2 \cdot 5 + 1 = 11В$$

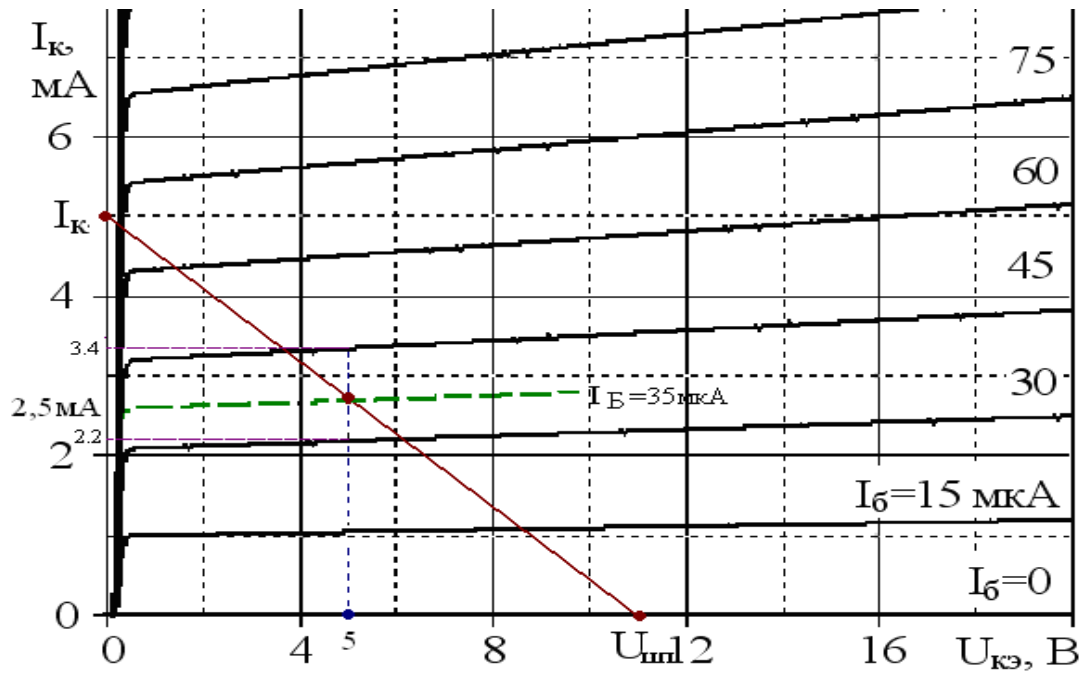
2. Қаршиликлар $R_Э$ и R_K $R_K = (U_{ин} - U_{КЭ0} - U_{э0}) / I_{К0}$;

$$R_3 = U_{30}/I_{30} \approx U_{30}/I_{K0},$$

$$I_{30} \approx I_{K0}.$$

$U_{ин.} = 11B$ да чиқиш характеристикалари ва берилган $I_K = 5mA$ да

топсак: $I_{K0} = 2,5mA$



$$\text{Унда } R_K = (U_{ин} - U_{КЭ0} - U_{30})/I_{K0} = (11 - 5 - 1)/2,5 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^3 \text{ Ом}$$

$$R_K = 2k\text{Ом} \pm 10\%$$

$$R_3 = U_{30}/I_{30} \approx U_{30}/I_{K0} = 1/2,5 \cdot 10^{-3} = 0,4 \cdot 10^3 \text{ Ом}$$

$$R_3 = 400\text{Ом} \pm 5\%$$

$$U_{КЭ.} = 5B = \text{const}$$

Унда

$$h_{213} = \frac{I_{\kappa 2} - I_{\kappa 1}}{\Delta I_{\bar{\sigma}}} = \frac{(3,4 - 2,2) \cdot 10^{-3}}{15 \cdot 10^{-6}} = 80$$

3. База токини топсак

$$I_{B0} = I_{K0}/h_{213} = 2,5 \cdot 10^{-3}/80 = 31,3 \cdot 10^{-6} = 31,3\mu A$$

ва транзистордаги база потенциали

$$U_{B0} = U_{BЭ0} + U_{Э0} = 0,6 + 1 = 1,6B$$

$$U_{БЭ0} = 0,6 B.$$

4. Ишчи қобилиятини схемадаги стабилизасиядан токдаги кучланишлар тақсимоидан, R_1 ва R_2 қаршилик маълумотларидан, база токи 10маротаба катта эканини кўриш мумкин.

$$I_D = 10 \cdot I_{B0} = 10 \cdot 31,3 = 313 \text{ мкА}$$

5. R_1 ва R_2 қаршиликларни топсак

$$R_1 = (U_{III} - U_{B0}) / (I_D + I_{B0}) = (11 - 1,6) / (313 + 31,3) \cdot 10^{-6} = 0,0273 \cdot 10^6 \text{ Ом} = 27,3 \text{ кОм};$$

$$R_1 = 30 \text{ кОм} \pm 10\%$$

$$R_2 = U_{B0} / I_D = 1,6 / 313 \cdot 10^{-6} = 0,0051 \cdot 10^6 = 5,1 \text{ кОм}$$

$$R_2 = 5 \text{ кОм} \pm 10\%$$

6. Ушбу қонуният орқали конденсатор сиғимини кўрадиган бўлсак

$$C_1 > \frac{10}{2\pi f_n (R_{\Gamma} + R_{ex})}; \quad C_2 > \frac{10}{2\pi f_n (R_{ex} + R_n)}; \quad C_3 > \frac{10}{2\pi f_n R_3};$$

$$R_{ex} = R_B // R_{ex.мр.} = R_1 // R_2 // R_{ex.мр.} \text{ ни топсак}$$

$$R_{ex.мр.} = h_{11} = r'_B + r'_{BЭ} = r'_B + r_3 (1 + h_{21Э});$$

$$r_3 = \varphi_T / I_{Э0} = 0,026 / 2,5 \cdot 10^{-3} = 10,4 \text{ Ом};$$

$$(T = 300K, \varphi_T = 0,026B)$$

$$r'_B = \tau_{\kappa} / C_{KB} = 500 \cdot 10^{-12} / 7 \cdot 10^{-12} = 71,4 \text{ Ом};$$

$$R_{ex.мр.} = 71,4 + 10,4 \cdot (1 + 80) = 913,8 \text{ Ом};$$

$$R_{ex} = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_{ex.мр.}}{R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_{ex.мр.} + R_2 \cdot R_{ex.мр.}} = \frac{30 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^3 \cdot 913,8}{30 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^3 + 30 \cdot 10^3 \cdot 913,8 + 5 \cdot 10^3 \cdot 913,8} =$$

$$= \frac{137070 \cdot 10^6}{(150 + 27414 + 4569) \cdot 10^3} = \frac{137070 \cdot 10^6}{32133 \cdot 10^3} = 4266 \text{ Ом}$$

$$R_{ex} \approx R_K = 2 \text{ кОм};$$

$$C_1 > \frac{10}{2\pi f_n (R_{\Gamma} + R_{ex})} = \frac{10}{2 \cdot 3,14 \cdot 20(100 + 4266)} = \frac{10}{548369,6} = 76,19 \cdot 10^{-6} = 18,24 \text{ мкФ}$$

$$C1 = 20_{MK}\Phi \pm 10\%$$

$$C2 > \frac{10}{2\pi f_H (R_{\text{блх}} + R_H)} = \frac{10}{2 \cdot 3,14 \cdot 20(2 \cdot 10^3 + 5 \cdot 10^3)} = \frac{10}{879,2 \cdot 10^3} = 11,37_{MK}\Phi$$

$$C2 = 12_{MK}\Phi \pm 10\%$$

$$C_3 > \frac{10}{2\pi f_H R_3} = \frac{10}{2 \cdot 3,14 \cdot 20 \cdot 400} = \frac{10}{50,24 \cdot 10^3} = 199_{MK}\Phi$$

$$C_3 = 220_{MK}\Phi \pm 10\%$$

2.3 Кучайтириш каскади асосий параметрлари ҳисоботи(УЭ)

Ток бўйича кучайтириш Коеффисиенти параметрини ҳисоблаганда транзисторнинг дифференциал параметрига мурожат қилинади $h_{21э}$,

$$K_i = \frac{I_{\text{блх}}}{I_{\text{вх}}} = \frac{I_H}{I_{\text{б}}} = \frac{I_K R_K}{I_{\text{б}}(R_K + R_H)} = \frac{h_{21э} R_K}{R_K + R_H} \approx \frac{h_{21э} R_K}{R_K + R_H};$$

$$K_i \approx \frac{h_{21э} R_K}{R_K + R_H} = \frac{80 \cdot 2 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^3 + 5 \cdot 10^3} = 22,9$$

$$K_u = \frac{U_{\text{блх}}}{U_{\text{вх}}} = -\frac{h_{21э} I_{\text{б}}(R_K \parallel R_H)}{I_{\text{б}}(r'_{\text{б}} + (h_{21э} + 1)r_3)} = -\frac{h_{21э}(R_K \parallel R_H)}{r'_{\text{б}} + (h_{21э} + 1)r_3} \approx -\frac{R_K \parallel R_H}{r_3};$$

$$K_u \approx -\frac{R_K \parallel R_H}{r_3} = -\frac{R_K \cdot R_H}{(R_K + R_H)r_3} = -\frac{2 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^3}{(2 \cdot 10^3 + 5 \cdot 10^3) \cdot 10,4} = -\frac{10000}{72,8} = -137,4$$

$$r'_{\text{б}} \ll (h_{21э} + 1)r_3.$$

Манфий белги, УЭ каскадининг инвертланганлигини билдиради.

Кучайтиргичнинг аълокадорлик коеффисиенти:

$$K_{u \text{ скг}} = \frac{U_{\text{блх}}}{E_{\Gamma}} = \frac{U_{\text{блх}}}{E_{\Gamma}} \frac{U_{\text{вх}}}{U_{\text{вх}}} = K_u \frac{U_{\text{вх}}}{E_{\Gamma}} = K_u \frac{R_{\text{вх}}}{R_{\Gamma} + R_{\text{вх}}} = 137,4 \cdot \frac{4266}{100 + 4266} = 134,3,$$

Чегаравий частота чизиқлари одатдагидан $\sqrt{2}$ марта камайиши кузатилади.

$$f_{н1} = \frac{1}{2\pi C1(R_{\Gamma} + R_{\text{вх}})} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 20 \cdot 10^{-6}(100 + 4266)} = \frac{10^6}{548369,6} = 1,82 \Gamma\text{ц},$$

$$f_{n2} = \frac{1}{2\pi C 2(R_{\text{блх}} + R_n)} = \frac{1}{2 \cdot 3.14 \cdot 12 \cdot 10^{-6} (2 \cdot 10^3 + 5 \cdot 10^3)} = \frac{10^3}{527,52} = 1,9 \Gamma\text{ц},$$

$$f_{n3} = \frac{1}{2\pi C_9(R_9 + (R_\Gamma \parallel R_\phi + r'_\phi)/(h_{219} + 1))} = \frac{1}{2 \cdot 3.14 \cdot 220 \cdot 10^{-6} (400 + 169,1/81)} = 1,8 \Gamma\text{ц},$$

$$R_\Gamma \parallel R_\phi + r'_\phi = \frac{R_\Gamma \cdot R_\phi}{R_\Gamma + R_\phi} + r'_\phi = \frac{100 \cdot 4,23 \cdot 10^3}{100 + 4,23 \cdot 10^3} + 71,4 = 97,7 + 71,4 = 169,1$$

$$R_\phi = \frac{R1 \cdot R2}{R1 + R2} = \frac{30 \cdot 5 \cdot 10^3}{30 + 5} = 4,23 \cdot 10^3$$

Пастки чегаравий частота чизиклари ўтказилган кучайтиргичдан f_n максимал даражада катта бўлади f_{n1}, f_{n2}, f_{n3}

$$f_n \geq \max(f_{n1}, f_{n2}, f_{n3}).$$

$$f_n \geq 1,9 \Gamma\text{ц}$$

Частота соҳаси кичик частотали(шартли филтри киритилган) частотавий бузулишларни топсак,

$$M_{nN}(f) = \sqrt{1 + \left(\frac{f_{nN}}{f}\right)^2}, \quad N=1, 2, 3.$$

$$M_{n1}(20) = \sqrt{1 + \left(\frac{1,82}{20}\right)^2} = \sqrt{1,008281} = 1,004$$

$$M_{n2}(20) = \sqrt{1 + \left(\frac{1,9}{20}\right)^2} = \sqrt{1,009025} = 1,005$$

$$M_{n1}(20) = \sqrt{1 + \left(\frac{1,8}{20}\right)^2} = \sqrt{1,0081} = 1,004$$

$$M(f)[\partial B] = M_1(f)[\partial B] + M_2(f)[\partial B] + \dots + M_N(f)[\partial B], \quad \text{десибелда.}$$

$$M(f) = 1,004 + 1,005 + 1,004 = 3,013 \text{ дБ}$$

Конденсатор C_K^* сиғими транзисторнинг чиқиш занжири учун

$$C_{K \text{ экв}}^* = (K_u + 1)C_K^* = (3,61 + 1) \cdot 7 \cdot 10^{-12} = 32,27 \text{ нФ}$$

Тўғри чегаравий частота чизиклари йўқотилган кучайтиргич f_B ни

$$f_B \leq \min(f_{B1}, f_{B2}, f_{B3}),$$

$$\begin{aligned}
f_{B1} &= \frac{1}{2\pi(R_{\Gamma} || R_{\text{ex}})(C_{\text{эп}} + C_{\text{к экв}})} = \frac{1}{2\pi \frac{R_{\Gamma} \cdot R_{\text{ex}}}{R_{\Gamma} + R_{\text{ex}}}(C_{\text{эп}} + C_{\text{к экв}})} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot \frac{100 \cdot 4266}{100 + 4266} \cdot (20 + 32,27) \cdot 10^{-12}} = \\
&= \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 97,7 \cdot 52,27 \cdot 10^{-12}} = \frac{10^{12}}{32070,57212} = 31 \text{ МГц} \\
f_{B2} &= \frac{1}{2\pi(R_{\text{н}} || R_{\text{блх}})C_{\text{н}}} = \frac{1}{2\pi \frac{R_{\text{н}} \cdot R_{\text{блх}}}{R_{\text{н}} + R_{\text{блх}}}C_{\text{н}}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot \frac{5 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^3}{5 \cdot 10^3 + 2 \cdot 10^3} \cdot 0,1 \cdot 10^{-9}} = \\
&= \frac{10^6}{2 \cdot 3,14 \cdot 1,43 \cdot 0,1} = \frac{10^6}{0,89804} = 1,1 \text{ МГц} \\
f_{B3} = f_{h_{21э}} &= \frac{f_{\text{эп}}}{h_{21э}} = \frac{f \cdot |h_{21э}|}{\sqrt{h_{21э\text{min}} \cdot h_{21э\text{max}}}} = \frac{100 \cdot 2,5}{\sqrt{50 \cdot 350}} = \frac{250}{132,3} = 1,89 \text{ МГц ёзиш мумкин.} \\
f_B &\leq 1,1 \text{ МГц}
\end{aligned}$$

Катта частоталилар учун еса

$$M_{\text{эН}}(f) = \sqrt{1 + \left(\frac{f}{f_{\text{эН}}}\right)^2}, \quad \text{Н}=1, 2, 3.$$

$$M_{\text{э1}}(f) = \sqrt{1 + \left(\frac{20 \cdot 10^3}{31 \cdot 10^6}\right)^2} = 1$$

$$M_{\text{э2}}(f) = \sqrt{1 + \left(\frac{20 \cdot 10^3}{1,1 \cdot 10^6}\right)^2} = 1$$

$$M_{\text{э3}}(f) = \sqrt{1 + \left(\frac{20 \cdot 10^3}{1,89 \cdot 10^6}\right)^2} = 1$$

Частотавий бузилиш коэффициенти ички чегаравий частотаси $f_{\text{н}}$

,

$$M(f) = M_1(f) \cdot M_2(f) \cdot M_3(f) = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

2.4 Эмиттер қайтаргичининг ҳисоб-китоби (УК)

1. Мумкин бўлган максимал амплитудали юклама токи идеал ҳолатда $U_{\text{вых}} = E_{\Gamma}$ бўлгандагина юз беради:

$$I_{\text{н}} = \frac{U_{\text{блх}}}{R_{\text{н}}} = \frac{E_{\Gamma}}{R_{\text{н}}} = \frac{500 \cdot 10^{-3}}{100} = 5 \text{ мА}$$

2. БТ ишчи нуқтаси:

$$I_{\text{э0}} \approx 1,3 \cdot I_{\text{н}} = 6,5 \text{ мА};$$

$$U_{K\mathcal{O}} = U_{\mathcal{O}} = I_{\mathcal{O}} R_{\mathcal{O}} = U_{ин} / 2 = 9 / 2 = 4,5B$$

$$I_{R0} \approx I_{\mathcal{O}} = 6,5mA$$

$$R_{\mathcal{O}} = U_{\mathcal{O}} / I_{\mathcal{O}} = 4,5 / 6,5 \cdot 10^{-3} = 0,69 \cdot 10^3 \Omega = 690 \Omega$$

$$R_{\mathcal{O}} = 680 \Omega \pm 10\%$$

3. База токи

$$I_{\mathcal{O}0} = I_{\kappa 0} / h_{21\mathcal{O}} = 6,5 \cdot 10^{-3} / 80 = 0,08125 \cdot 10^{-3} A = 81,3 \mu A$$

$$U_{B0} = U_{B\mathcal{O}} + U_{\mathcal{O}} = 0,6 + 4,5 = 5,1B$$

4. Ишчи қобилиятини схемадаги стабилизасиядан токдаги кучланишлар тақсимотидан, R1 ва R2 қаршилиқ маълумотларидан, база токи 10маротаба катта эканини кўриш мумкин.

$$I_D = 10 \cdot I_{B0} = 10 \cdot 81,3 = 813 \mu A$$

5. R1 ва R2 қаршилиқларни топсак

$$R1 = (U_{ин} - U_{B0}) / (I_D + I_{B0}) = (9 - 5,1) / (813 + 81,3) \cdot 10^{-6} = 0,00436 \cdot 10^6 \Omega = 4,36 k\Omega;$$

$$R1 = 4,4 k\Omega \pm 10\%$$

$$R2 = U_{B0} / I_D = 5,1 / 813 \cdot 10^{-6} = 0,00627 \cdot 10^6 = 6,27 k\Omega$$

$$R2 = 6,3 k\Omega \pm 10\%$$

6. Ушбу қонуният орқали конденсатор сиғимини кўрадиган бўлсак

$$C1 > \frac{10}{2\pi f_n (R_{\Gamma} + R_{ex})}; \quad C2 > \frac{10}{2\pi f_n (R_{ex} + R_n)};$$

$$R_{ex} = R_B // R_{ex.тр.} \text{ ни топамиз}$$

$$R_{\mathcal{O}} = \frac{R1 \cdot R2}{R1 + R2} = \frac{4,4 \cdot 6,3 \cdot 10^3}{4,4 + 6,3} = 2,591 \cdot 10^3 = 2591 \Omega$$

$$R_{ex.тр.} = r'_B + (r_{\mathcal{O}} + R_{\mathcal{O}} // R_n)(h_{21\mathcal{O}} + 1)$$

$$R_{\mathcal{O}} || R_n = \frac{R_{\mathcal{O}} \cdot R_n}{R_{\mathcal{O}} + R_n} = \frac{680 \cdot 100}{680 + 100} = 87,18 \Omega$$

$$r_{\mathcal{O}} = 10,4 \Omega;$$

$$r'_B = 71,4 \Omega;$$

Бундан

$$R_{\text{ex.мп.}} = 71,4 + (10,4 + 87,18)(80 + 1) = 7975,4 \text{ Ом}$$

Ега бўламиз.

$$R_{\text{ex}} = \frac{R_B \cdot R_{\text{ex.мп.}}}{R_B + R_{\text{ex.мп.}}} = \frac{2591 \cdot 7975,4}{2591 + 7975,4} = 1955,7 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{блх}} = R_{\text{э}} // \left(r_{\text{э}} + \frac{r'_B + R_{\Gamma} // R_B}{h_{21\text{э}} + 1} \right);$$

$$R_{\Gamma} | R_B = \frac{R_{\Gamma} \cdot R_B}{R_{\Gamma} + R_B} = \frac{3000 \cdot 2591}{3000 + 2591} = 1390,3 \text{ Ом}$$

$$r_{\text{э}} + \frac{r'_B + R_{\Gamma} // R_B}{h_{21\text{э}} + 1} = 10,4 + \frac{71,4 + 1390,3}{81} = 28,4 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{блх}} = \frac{R_{\text{э}} \cdot 28,4}{R_{\text{э}} + 28,4} = \frac{680 \cdot 28,4}{680 + 28,4} = 27,26 \text{ Ом}$$

$$C1 > \frac{10}{2\pi f_{\text{н}}(R_{\Gamma} + R_{\text{ex}})} = \frac{10}{2 \cdot 3,14 \cdot 20(3000 + 1955,7)} = \frac{10}{622435,92} = 16,07 \cdot 10^{-6} = 16,07 \text{ мкФ}$$

$$C1 = 17 \text{ мкФ} \pm 10\%$$

$$C2 > \frac{10}{2\pi f_{\text{н}}(R_{\text{блх}} + R_{\text{н}})} = \frac{10}{2 \cdot 3,14 \cdot 20(27,26 + 100)} = \frac{10}{15983,856} = 625,6 \text{ мкФ}$$

$$C2 = 680 \text{ мкФ} \pm 10\%$$

2.5 Кучайтириш каскади асосий параметрлари ҳисоботи(УК)

Ток ва кучланиш бўйича кучайтириш коэффициенти :

$$K_I = \frac{(1 + h_{21\text{э}})R_{\text{э}}}{R_{\text{э}} + R_{\text{н}}} = \frac{(1 + 80) \cdot 680}{680 + 100} = 70,6$$

$$K_U = \frac{(1 + h_{21\text{э}})(R_{\text{э}} // R_{\text{н}})}{R_{\text{ex}}} = \frac{(1 + 80) \cdot 87,18}{1955,7} = 3,61$$

Кучайтиргичдаги йўқотилган чегаравий частота чизиқлари:

$$f_{\text{н1}} = \frac{1}{2\pi C1(R_{\Gamma} + R_{\text{ex}})} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 17 \cdot 10^{-6}(3000 + 1955,7)} = \frac{10^6}{529070,532} = 1,89 \text{ Гц},$$

$$f_{\text{н2}} = \frac{1}{2\pi C2(R_{\text{блх}} + R_{\text{н}})} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 680 \cdot 10^{-6}(27,26 + 100)} = \frac{10^6}{543451,104} = 1,84 \text{ Гц},$$

Ички чегаравий частота чизиклари йўқотилган кучайтиргичларда f_n

$$f_{n1}, f_{n2}, f_{n3}$$

$$f_n \geq \max(f_{n1}, f_{n2}, f_{n3}).$$

$$f_n \geq 1,89 \Gamma\text{ц}$$

Частота соҳаси кичик частотали(шартли филтри киритилган) частотавий бузулишларни топсак,

$$M_{nN}(f) = \sqrt{1 + \left(\frac{f_{nN}}{f}\right)^2}, \quad N=1, 2, 3.$$

$$M_{n1}(20) = \sqrt{1 + \left(\frac{1,89}{20}\right)^2} = \sqrt{1,00893} = 1,0045$$

$$M_{n2}(20) = \sqrt{1 + \left(\frac{1,84}{20}\right)^2} = \sqrt{1,008464} = 1,0042$$

$$M(f)[\partial B] = M_1(f)[\partial B] + M_2(f)[\partial B] + \dots + M_N(f)[\partial B], \quad \text{десибелда.}$$

$$M(f) = 1,0045 + 1,0042 = 2,0087 \text{ дБ}$$

Конденсатор C_K^* сиғими транзисторнинг чиқиш занжири учун

$$C_{K \text{ экв}}^* = (K_u + 1)C_K^* = (3,61 + 1) \cdot 7 \cdot 10^{-12} = 32,27 \text{ нФ}$$

Тўғри чегаравий частота чизиклари йўқотилган кучайтиргич f_B

ни

$$f_B \leq \min(f_{B1}, f_{B2}, f_{B3}, f_{B4}),$$

$$\begin{aligned} f_{B1} &= \frac{1}{2\pi(R_{\Gamma} \| R_{\text{ex}})C_K^*} = \frac{1}{2\pi \frac{R_{\Gamma} \cdot R_{\text{ex}}}{R_{\Gamma} + R_{\text{ex}}} C_K^*} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot \frac{3000 \cdot 1955,7}{3000 + 1955,7} \cdot 7 \cdot 10^{-12}} = \\ &= \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 1183,9 \cdot 7 \cdot 10^{-12}} = \frac{10^{12}}{52044,244} = 19,21 \text{ МГц} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{B2} &= \frac{1}{2\pi(R_{\Gamma} | R_{\text{ex}})C_{\mathcal{O}}} = \frac{1}{2\pi \frac{R_{\Gamma} \cdot R_{\text{ex}}}{R_{\Gamma} + R_{\text{ex}}} C_{\mathcal{O}}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot \frac{3000 \cdot 1955,7}{3000 + 1955,7} \cdot 20 \cdot 10^{-12}} = \\ &= \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 1183,9 \cdot 20 \cdot 10^{-12}} = \frac{10^{12}}{148697,84} = 6,7 \text{ МГц} \end{aligned}$$

$$f_{B3} = \frac{1}{2\pi(R_H || R_{\text{блX}})C_H} = \frac{1}{2\pi \frac{R_H \cdot R_{\text{блX}}}{R_H + R_{\text{блX}}} C_H} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot \frac{100 \cdot 27,26}{100 + 27,26} \cdot 0,1 \cdot 10^{-9}} =$$

$$= \frac{10^9}{2 \cdot 3,14 \cdot 21,42 \cdot 0,1} = \frac{10^9}{13,45176} = 74,3 \text{ МГц}$$

$$f_{B4} = f_{h_{21\varnothing}} = \frac{f_{\text{эп}}}{h_{21\varnothing}} = \frac{f \cdot |h_{21\varnothing}|}{\sqrt{h_{21\varnothing \min} \cdot h_{21\varnothing \max}}} = \frac{100 \cdot 2,5}{\sqrt{50 \cdot 350}} = \frac{250}{132,3} = 1,89 \text{ МГц};$$

$$f_B \leq 1,89 \text{ МГц}$$

Юқори частоталиларда еса,

$$M_{\text{eN}}(f) = \sqrt{1 + \left(\frac{f}{f_{\text{eN}}} \right)^2}, \quad \text{H} = 1, 2, 3.$$

$$M_{\text{e1}}(f) = \sqrt{1 + \left(\frac{20 \cdot 10^3}{19,21 \cdot 10^6} \right)^2} = 1$$

$$M_{\text{e2}}(f) = \sqrt{1 + \left(\frac{20 \cdot 10^3}{6,7 \cdot 10^6} \right)^2} = 1$$

$$M_{\text{e3}}(f) = 1 \quad M_{\text{e4}}(f) = 1$$

Ички чегаравий частота f_{H} учун частотавий бузулиш
коэффициенти,

$$M(f) = M_1(f) \cdot M_2(f) \cdot M_3(f) = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

2.6 БТ учун кичик сигналли кучайтиргичларни ҳисоботи (УБ).

$$R_{\kappa} = 2\kappa O_M \pm 10\%$$

$$R_{\varnothing} = 400 O_M \pm 5\%$$

$$R1 = 30\kappa O_M \pm 10\%$$

$$R2 = 5\kappa O_M \pm 10\%$$

$$C2 = 12 \text{ мкФ} \pm 10\%$$

$$R_{\text{ex}} = R_{\varnothing} // R_{\text{ex.мп.}}$$

$$R_{\text{блX}} \approx R_K = 2\kappa O_M$$

$$R_{\text{ex.мп.}} = h_{11\sigma} = r_{\varnothing} + (1 - h_{21\sigma})r'_B;$$

$$r_{\text{э}} = 10,4 \text{ Ом};$$

$$r'_B = 71,4 \text{ Ом};$$

$$h_{116} \approx \frac{h_{219}}{1 + h_{219}} = \frac{80}{81} = 0,99$$

$$R_{\text{ex. mp.}} = 10,4 + 71,4 \cdot (1 - 0,99) = 11,1 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{ex}} = \frac{R_{\text{э}} \cdot R_{\text{ex. mp.}}}{R_{\text{э}} + R_{\text{ex. mp.}}} = \frac{400 \cdot 11,1}{400 + 11,1} = 10,8 \text{ Ом}$$

$$C1 > \frac{10}{2\pi f_{\text{н}}(R_{\Gamma} + R_{\text{ex}})} = \frac{10}{2 \cdot 3,14 \cdot 20(1000 + 10,8)} = 78,8 \text{ мкФ}$$

$$C1 = 82 \text{ мкФ} \pm 10\%$$

$$R_{\phi} = \frac{R1 \cdot R2}{R1 + R2} = \frac{30 \cdot 5 \cdot 10^3}{30 + 5} = 4,23 \cdot 10^3 \text{ Ом}$$

$$C_B > \frac{10}{2\pi f_{\text{н}} R_B} = \frac{10}{2 \cdot 3,14 \cdot 20 \cdot 4,23 \cdot 10^3} = 18,8 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} = 18,8 \text{ мкФ}$$

$$C_B = 20 \text{ мкФ} \pm 10\%$$

2.7 Кучайтиргич каскадининг асосий параметрлари ҳисоботи.

Ток бўйича кучайтирганда унинг дифференциал параметри h_{21B} га мувофиқ қиламиз,

$$K_i \approx \frac{h_{21B} R_{\kappa}}{R_{\kappa} + R_{\text{н}}} = \frac{0,99 \cdot 2 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^3 + 5 \cdot 10^3} = 0,283$$

$$K_U = h_{21B} \frac{R_{\kappa} | R_{\text{н}}}{R_{\text{э}} | R_{\text{ex. mp.}}}$$

$$\text{бундан} \quad R_{\kappa} | R_{\text{н}} = \frac{R_{\kappa} \cdot R_{\text{н}}}{R_{\kappa} + R_{\text{н}}} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^3 + 5 \cdot 10^3} = 1428,6 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{э}} | R_{\text{ex. mp.}} = \frac{R_{\text{э}} \cdot R_{\text{ex. mp.}}}{R_{\text{э}} + R_{\text{ex. mp.}}} = \frac{400 \cdot 11,1}{400 + 11,1} = 10,8 \text{ Ом}$$

$$K_U = 0,99 \frac{1428,6}{10,8} = 131$$

Кучайтиришнинг алоқадорлик коэффициенти:

$$K_{u\text{ экв}} = \frac{U_{\text{эблх}}}{E_{\Gamma}} = \frac{U_{\text{эблх}}}{E_{\Gamma}} \frac{U_{\text{эх}}}{U_{\text{эх}}} = K_u \frac{U_{\text{эх}}}{E_{\Gamma}} = K_u \frac{R_{\text{эх}}}{R_{\Gamma} + R_{\text{эх}}} = 131 \cdot \frac{10,8}{1000 + 10,8} = 1,4$$

Кучайтиргичнинг йўқотилган чегаравий частота чизиклари:

$$f_{n1} = \frac{1}{2\pi C1(R_{\Gamma} + R_{\text{эх}})} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 82 \cdot 10^{-6} (1000 + 10,8)} = \frac{10^6}{525008} = 1,92 \Gamma\text{ц},$$

$$f_{n2} = \frac{1}{2\pi C2(R_{\text{эблх}} + R_n)} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 12 \cdot 10^{-6} (2 \cdot 10^3 + 5 \cdot 10^3)} = \frac{10^3}{527,52} = 1,84 \Gamma\text{ц},$$

$$f_{n3} = \frac{1}{C_B \cdot R_{\sigma}} = \frac{1}{20 \cdot 10^{-6} \cdot 4,23 \cdot 10^3} = 11,8 \Gamma\text{ц},$$

Кучайтиргичнинг йўқотилган ички чегаравий частота f_n

чизиклари f_{n1}, f_{n2}, f_{n3} дан максимал даражада юқори

$$f_n \geq \max(f_{n1}, f_{n2}, f_{n3}).$$

$$f_n \geq 11,8 \Gamma\text{ц}$$

Кичик частоталиларда,

$$M_{nN}(f) = \sqrt{1 + \left(\frac{f_{nN}}{f}\right)^2}, \quad N=1, 2, 3.$$

$$M_{n1}(20) = \sqrt{1 + \left(\frac{1,92}{20}\right)^2} = \sqrt{1,009025} = 1,005$$

$$M_{n2}(20) = \sqrt{1 + \left(\frac{1,84}{20}\right)^2} = \sqrt{1,008464} = 1,004$$

$$M_{n3}(20) = \sqrt{1 + \left(\frac{11,8}{20}\right)^2} = \sqrt{1,3481} = 1,161$$

$$M(f)[\partial B] = M_1(f)[\partial B] + M_2(f)[\partial B] + \dots + M_N(f)[\partial B], \quad \text{десибелда.}$$

$$M(f) = 1,005 + 1,004 + 1,161 = 3,17 \text{ дБ}$$

Конденсатор C_K^* сиғими транзисторнинг чиқиш занжири учун

$$C_{K\text{ экв}}^* = (K_u + 1)C_K^* = (3,61 + 1) \cdot 7 \cdot 10^{-12} = 32,27 \text{ пФ}$$

Тўғри чегаравий частота чизиклари йўқотилган кучайтиргич f_B

ни

$$f_B \leq \min(f_{B1}, f_{B2}, f_{h21\sigma}),$$

$$f_{B1} = \frac{1}{2\pi(R_{\Gamma}||R_{\text{ex}})(C_{\text{эп}} + C_{\text{к экв}})} = \frac{1}{2\pi \frac{R_{\Gamma} \cdot R_{\text{ex}}}{R_{\Gamma} + R_{\text{ex}}}(C_{\text{эп}} + C_{\text{к экв}})} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot \frac{1000 \cdot 10,8}{1000 + 10,8} \cdot (20 + 32,27) \cdot 10^{-12}} =$$

$$= \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 10,68 \cdot 52,27 \cdot 10^{-12}} = \frac{10^{12}}{3505,769} = 285 \text{ МГц}$$

$$f_{B2} = \frac{1}{2\pi(R_{\text{н}}||R_{\text{блх}})C_{\text{н}}} = \frac{1}{2\pi \frac{R_{\text{н}} \cdot R_{\text{блх}}}{R_{\text{н}} + R_{\text{блх}}}C_{\text{н}}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot \frac{5 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^3}{5 \cdot 10^3 + 2 \cdot 10^3} \cdot 0,1 \cdot 10^{-9}} =$$

$$= \frac{10^6}{2 \cdot 3,14 \cdot 1,43 \cdot 0,1} = \frac{10^6}{0,89804} = 1,1 \text{ МГц}$$

$$f_{h_{21\sigma}} = \frac{f_{\text{эп}}}{h_{21\sigma}} = \frac{f \cdot |h_{21\sigma}|}{\sqrt{h_{21\sigma \min} \cdot h_{21\sigma \max}}} = \frac{100 \cdot 2,5}{\sqrt{0,98 \cdot 0,997}} = \frac{250}{0,988} = 253 \text{ МГц};$$

Параметр	УЭ Схемасида	УБ Схемасида	УК Схемасида
$r_{\text{BX T}}, \text{OM}$	913,8	11,1	797,5
R_{BX}, OM	4266	10,8	1955,7

$$h_{21\sigma \min} = \frac{h_{21\sigma \min}}{1 + h_{21\sigma \min}} = \frac{50}{1 + 50} = 0,98$$

$$h_{21\sigma \max} = \frac{h_{21\sigma \max}}{1 + h_{21\sigma \max}} = \frac{350}{1 + 350} = 0,997$$

$$f_B \leq 1,1 \text{ МГц}$$

Юқори частоталиларда,

$R_{\text{БВХ}}, \text{ОМ}$	2000	2000	27,26
K_i	22,9	0,283	70,6
K_u	-137,4	131	3,61
$f_H, \text{ Гц}$	$\geq 1,9$	$\geq 11,8$	$\geq 1,89$
$f_B, \text{ Гц}$	$\leq 1,1 \cdot 10^6$	$\leq 1,1 \cdot 10^6$	$\leq 1,89 \cdot 10^6$

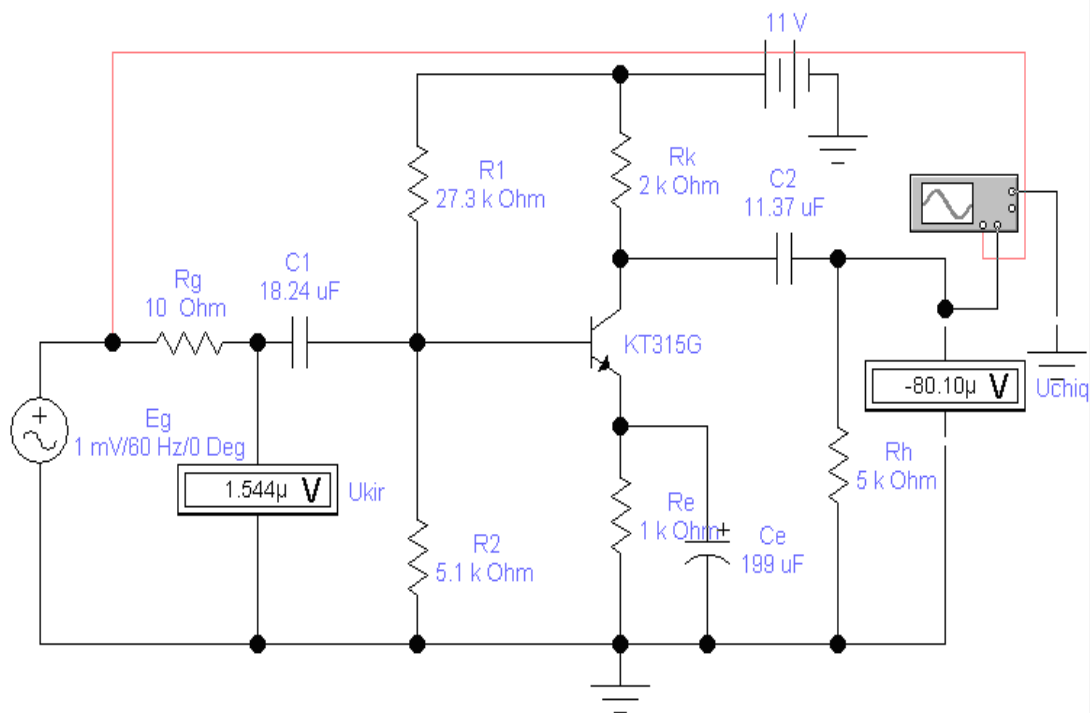
$$M_{\epsilon N}(f) = \sqrt{1 + \left(\frac{f}{f_{\epsilon N}}\right)^2}, \quad M_{\epsilon 1}(f) = \sqrt{1 + \left(\frac{20 \cdot 10^3}{285 \cdot 10^6}\right)^2} = 1$$

$$M_{\epsilon 2}(f) = \sqrt{1 + \left(\frac{20 \cdot 10^3}{1,1 \cdot 10^6}\right)^2} = 1 \quad H=1, 2, 3.$$

Частотавий бузилиш коеффисиенти ички чегаравий частотаси f_H

,

$$M(f) = M_1(f) \cdot M_2(f) = 1 \cdot 1 = 1$$



III. Биполяр транзисторларда йиғилган кучайтиргич каскадларини ўрганиш.

Юқорида келтирилган маълумотларидан фойдаланиб “Аналог ва Рақамли Электроника” ва схематехника фанларидан ўтказилаётган амалиё машғулотлар ва лабаратория ишлари учун қўлланма сифатида қуйидаги ишни келтириб ўтмоқчиман унда Electronics Workbench вертуал дастури асосида транзисторларнинг ишлашини ўрганамиз ва олинган натижаларни амалда йиғилган макетларда олинган маълумотлар билан солиштирамиз.

Ишдан мақсад – Биполяр транзисторларда йиғилган кучайтиргич каскадларини ўрганиш, кучайтиргич асосий параметрларини аниқлаш ва ўзгармас ток бўйича шу параметрларни ҳисоблаш.

Услубий кўрсатмалар

Кучайтиргичларнинг муҳим характеристикалари бўлиб қуйидагилар ҳисобланади: кучайтириш коэффициенти, ўтказиш полосаси (оралиғи) (бу параметрни кучайтиргичнинг ишчи

частоталари оралиғи ҳам дейилади), кириш ва чиқиш қаршиликлари, чиқиш қуввати, ночизик бузилишлар коэффиценти.

Кучайтириш коэффиценти кириш ва чиқиш сигналларининг ўрнашган қийматлари нисбатига тенгдир. Кучайтирилаётган катталиқнинг турига қараб қуйидаги кучайтириш коэффицентлари мавжуд:

- ✓ кучланиш бўйича $K_U = \Delta U_{\text{чик}} / \Delta U_{\text{кир}}$;
- ✓ ток бўйича $K_I = \Delta I_{\text{чик}} / \Delta I_{\text{кир}}$;
- ✓ қувват бўйича $K_P = \Delta P_{\text{чик}} / \Delta P_{\text{кир}}$, бу ерда $U_{\text{чик}}$, $U_{\text{кир}}$, $I_{\text{чик}}$, $I_{\text{кир}}$ – кучланиш ва токнинг амалдаги қийматлари. Бир нечта кучайтиргичларни каскад қилиб улаганимизда умумий кучайтириш коэффиценти алоҳида олинган кучайтириш коэффицентларининг кўпайтмасига тенг бўлади:

$$K_{\text{ум}} = K_1 \cdot K_2 \cdot \dots \cdot K_n .$$

Кучайтиргич ўтказиш полосаси – бу ишчи частоталарининг шундай диапозоники, бу оралиқда кучайтириш коэффиценти $0,707 \cdot K_{\text{мах}}$ қийматдан пастга тушиб кетмайди.

Кучайтириш коэффицентининг кучайтирилаётган сигнал частотасига боғлиқлиги кучайтиргичнинг амплитуда-частота характеристикаси (АЧХ) деб аталади.

Кириш ва чиқиш қаршиликлари кучайтиргич қурилмаларининг муҳим параметрларидан бири ҳисобланади. Уларнинг қийматлари кучайтиргич қурилмасининг кириш сигнали манбаи билан ҳам, чиқиш юкламаси билан ҳам мослашувлари талаб этилади.

Кучайтиргичнинг чиқиш қуввати – бу юклама қаршилигида ажралиб чиқадиган қувватдир.

Кучайтиргичда сигналларнинг бузилиши икки турда бўлади – статик (ночизик) бузилишлар, улар ишлатилаётган ярим ўтказгич асбоблар ВАХларининг статик ночизикликлари натижасида келиб

чиқади, иккинчи бузилишлар – динамик (амплитуда ва фаза) бузилишлар, кучайтирилаётган сигнал амплитудаси ва фазасининг частотага боғлиқликларидан келиб чиқади.

Ночизик бузилишларни миқдорий баҳолаш учун ночизик бузилишлар (гармоникалар) коэффиценти K_n ишлатилади.

Биполяр транзисторларда йиғилган схемаларнинг ишчи режимлари қуйидаги тенгламалар системалари билан ифодаланса бўлади (умумий коллектор схемаси учун $R_k=0$): $U_{манба} = I_k \cdot R_k + U_{кэ} + I_э R_э$, $E_б = I_б R_б + U_{бэ} + I_э R_э$. Бу ерда $E_б$ и $R_б$ - истеъмол манбаси ва база занжири эквивалент қийматлари : $E_б = U_{ман} R_2 / (R_1 + R_2)$; $R_б = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$.

Тенгламалар системасига транзистор актив режимини ифодалайдиган тенгламаларни қўшиш керак:

$$I_э = I_k + I_б ,$$

$$I_k = \beta I_б ,$$

$$U_{бэ} \approx 0,7 \text{ В}.$$

Охирги тенглама шуни кўрсатадики, актив режимда базадаги кучланиш сезиларли даражада ўзгармайди (кириш вольт-ампер характеристикаси кескин юқорига кўтарилиб кетади).

Кучайтиргич каскадларининг асосий параметрлари қуйидагилардир:

- ✓ $K_u = (U_{чик} / U_{кир})$ –кучланиш бўйича кучайтириш коэффиценти;
- ✓ $R_{кир} = (U_{кир} / I_{кир})$ –каскаднинг кириш қаршилиги;
- ✓ $R_{чик} = (\Delta U_{чик} / \Delta I_{чик})$ -каскаднинг чиқиш қаршилиги.

1-расмдаги УЭли каскад учун бу параметрларни ёки кичик сигналли параметрларни ўрин босувчи схемалар h-параметрлари

орқали, ёки транзисторнинг маълум ишчи токлари орқали аниқлаш мумкин : $K_U = -(I_k / \Phi) \cdot R_k \cdot \xi_{чик}$, $R_{кир} = [\beta \cdot (\Phi / I_k)] \parallel R_b$, $R_{чик} = R_k$.

Бу тенгламаларда Φ - иссиқлик потенциалли бўлиб, нормал температурада 25 мВ га тенгдир; $\xi_{чик}$ —чиқиш кучланишининг бўлиниш коэффиценти: $\xi_{чик} = R_n / (R_k + R_n)$.

ОКли схема учун (2- расм) асосий параметрлар каскаднинг кичик сигналли ўрин босувчи схемалари орқали ҳисобланади: $K_U = \beta \cdot R_{эф} / (1 + \beta \cdot R_{эф})$, $R_{эф} = R_b \parallel R_k \parallel R_n$, $R_{эф} = R_b \parallel R_k \parallel R_n$.

Юқорида келтирилган тенгламаларнинг қулайлиги шундаки, транзисторнинг β кучайтириш коэффицентида бошқа маълумотномалар справочниклардан олинмаса ҳам бўлади.

Транзисторнинг кичик сигналли параметрлари унинг I_k ишчи токи орқали аниқланади.

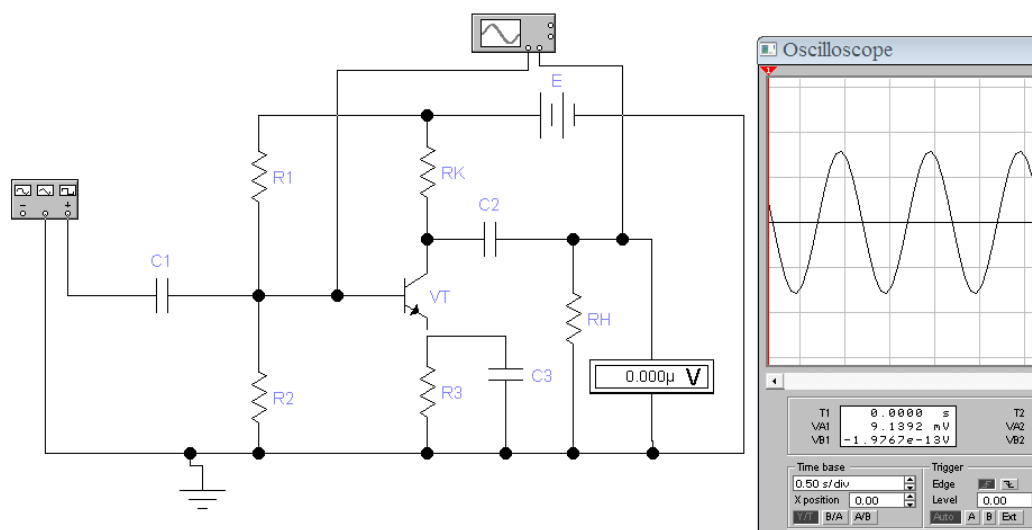
Ишчи топширик

1. Умумий эмиттерли кучайтиргич каскади 1- расм ва келтирилган элементлар параметрлари учун $U_k = 0,5E$ да $R_{1ни}$ ҳисобланг. Транзисторнинг ишчи режимини ҳисобланг (I_k , $U_{кэ}$, I_b).
2. Схеманинг кичик сигналли параметрларини ҳисобланг:
 - ✓ кучайтириш коэффиценти K_U
 - ✓ кириш қаршилиги $R_{кир}$
 - ✓ чиқиш қаршилиги $R_{чик}$

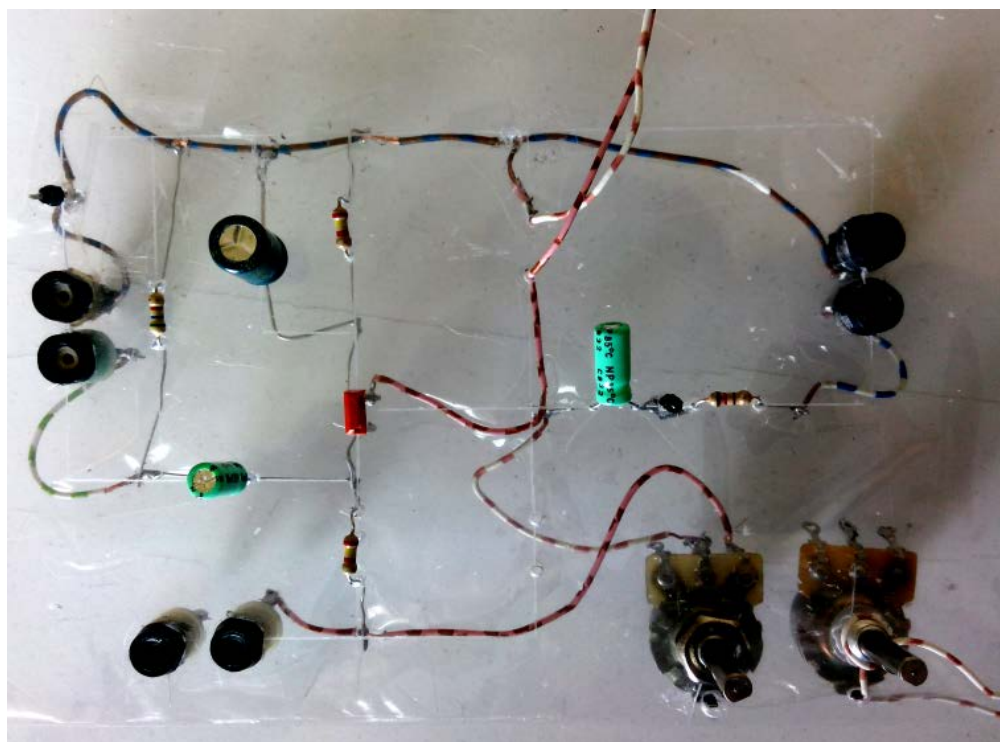
Экспериментал қисм

- 1- Умумий эмиттерли кучайтиргич каскадини ўрганиш учун 1- расмда келтирилган схемани йиғинг.
- 2- 1-жадвалда берилган вариантлар асосида транзисторнинг моделларини яратинг. Бунинг учун транзистор тасвири устида сичқончанинг клавишини икки марта босинг ва пайдо бўлган

NPN Transistor Properties ойнаси **Library** бўлимида **default** кутубхонасини танланг, кейин **Mode 1** бўлимида транзисторнинг **ideal** турини танланг. Сичқончанинг **Copy** ва **Paste** тугмаларини кетма-кет танлаб, пайдо бўлган ойначада лотин харфларида транзистор типини топшириқ варианты асосида ёзинг ва **ОК** тугмасини босинг. Натижада **Model** бўлимида транзисторнинг янги типи пайдо бўлади. Транзистор параметрларини коррективировка қилиш учун **Edit** тугмасини босинг, 1- жадвал асосида қуйидаги параметрларни киргизинг: **Forward current gain coefficient [BF]** (кучайтириш коэффиценти β), **Base ohmic resistance [RB]** (база қаршилиги $R_б$), **Emitter ohmic resistance [RE]** (эмиттер қаршилиги $R_э$), **Collector ohmic resistance [RC]** (коллектор қаршилиги $R_к$). Қолган параметрлар қийматларини ўзгаришсиз қолдиринг.



1- расм.



2-расм макетнинг ташқи кўриниши

№ Вариант	Транзисторнинг типи	P(BF)	R _б , Ом (R _B)	R _э , Ом (R _E)	R _к , Ом (R _C)
1	КТ315Б	60	5	2	1
2	КТ3102Ж	100	3	1	0,6
3	КТ315Г	60	5	2	1
4	КТ3102А	100	3	1	0,6
5	КТ3102Д	200	3	1	0,6
6	КТ315Е	50	5	2	1
7	КТ3102А	100	3	1	0,6
8	КТ503Б	80	2,5	1,2	0,5
10	КТ503Г	80	2,5	1,2	0,5
11	КТ503Д	40	2,5	12	0,5
12	КТ503Е	40	2,5	1	0,5
13	КТ3102А	100	3	1	0,6
14	КТ3102Б	200	3	1	0,6

15	КТЛКСН	200	3	1	0,6
16	КТ503Б	80	2.5	1.2	0,5
17	КТ3102А	100	3	1	0,6
18	КТ3102В	200	3	1	0,6

3- Резисторлар қаршиликлари, конденсаторлар сиғимлари ва истеъмол манбаи кучланиши қийматларини 1- расмдаги схема учун 2- жадвал асосида ўз вариантнингизга мос равишда танланг.

№ варианта	Е, В	R2, кОм	Rэ, Ом	Rк, кОм	R1, кОм	C1, мкФ	Cэ, мкФ
I	9	1,6	180	3,3	3	33	33
2	10	2,2	180	3,6	3	33	33
3	12	2,7	200	3,9	3	22	22
4	15	3,0	150	4,3	3	22	33
5	9	1.8	200	3,6	3	33	22
6	10	2,0	180	3.9	3	33	33
7	12	2,2	270	4,3	3	33]	22
8	15	2,4	180	4,7	3	22	33
9	9	2,2	240	3,3	3	33	22
10	10	2,4	180	3,6	3	22	33
11	12	3,0	270	3,9	3	22	22
12	15	2,7	300	4,3	3	22	22
13	9	2,0	220	3,6	3	33	22
14	10	3,0	200	3,9	3	22	22
15	12	2,7	300	4,3	3	22	33
16	15	3,0	330	4,7	3	22	22
17	9	2,2	180	3,9	3	33	33

18	10	2,4	240	4,3	3	22	22
----	----	-----	-----	-----	---	----	----

- 4- Кучайтиргич каскади кучайтириш коэффициентини аниқлаш учун функционал генератор ёрдамида кириш кучланиши $U_{кир}=0,1\text{ В}$, частотаси $f = 1\text{ кГц}$ бўлган синусоидал сигнал беринг. Чиқиш кучланиши $U_{чик}$ қийматини юклама қаршилиқ R_n да ўлчанг.
- 5- Коллектор токи ўзгаришининг $U_{кир} = 0\text{В}$ бўлган пайтда кучайтириш коэффициенти вариациясига ($\beta \pm 30\%$) боғлиқлигини ўрганинг. Натижаларни
- 6- Температура -200°C дан $+600^\circ\text{C}$ гача ўзгарганда ва $U_{вх} = 0\text{В}$ бўлганда коллектор токининг температурага боғлиқлигини ўрганинг. Температурани ўрнатиш учун **Analysis/Analysis Options/Global** менюси пунктини очинг ва керакли ишчи температурани ўрнатинг (параметр **Simulation Temperature (TEMP)**). Натижаларни 4- жадвалга киргизинг.

Экспериментал натижаларни қайта ишлаш

1. УЭ (умумий эмиттер)ли каскаднинг кучайтириш коэффициентини қуйидаги формула билан ҳисобланг: $K_{УОЭ} = U_{чик} / U_{кир}$.
2. УЭ (умумий эмиттер)ли каскад учун $I_k = f(\beta)$ и $I_k = f(T)$ боғлиқликларни 3- ва 4- жадваллар ёрдамида чизинг.
3. Ҳисобот тайёрланг, ҳисоботга ўрганилган ҳамма схемалар, схемаларни ҳисоблаш натижалари, натижалар жадваллари ва графикларни жамланг.
4. Кириш сигналининг катталиги ва формасини ўзганишини осцеллогриф ёрдамида олинган осцеллограммалар ёрдамида таҳлил қилиб беринг.
5. Олинган натижаларни таҳлил қилинг ва хулосалар чиқаринг.

VI. Иқтисодий қисм

I. Лойиҳани техник-иқтисодий асослаш

II. Инвестиция ҳажмини аниқлаш

- Бино, иншоотлар, дастгоҳларнинг ижара қиймати инсестиция ҳажми
- Материал ишлаб чиқариш захираси қиймати инвестиция ҳажми
- Тез емириладиган ва арзон буюмларнинг ижара қиймати инвестиция ҳажми
- Назорат – ўлчов асбобларининг ижара қиймати инвестиция ҳажми
- Лойиҳани ишлаб чиқаришга сарфланган инвестиция ҳажми қиймати
-

III. Йиллик даромад, иқтисодий самарадорликни аниқланг

IV. Харажатларни қопланиш муддатини аниқланг

I. Лойиҳани техник-иқтисодиц асослаш

- лойиҳанинг мақсади, вазифалари, аҳамияти, ҳозирги талабларга жавоб бера олиши
- лойиҳанинг иқтисодий самарадорлиги, қўлланиш сфералари

II. Инвестиция ҳажмини аниқлаш

Битирув иши бўйича сарфланадиган харажатларни қуйидаги келтирилган жадвалларда келтирамиз

Материал, ишлаб чиқариш захираларини сотиб олиш инвестиция ҳажми

1-Жадвал

№	Материаллар номи	Сони	Донасининг баҳоси	НДС 20%	Умумий қиймати НДС билан

1	Транзистор	1	1800	360	2160
2	Қаршилик	5	1500	300	1800
3	Конденсатор	3	2000	400	2400
4	Плата	2	3000	600	3600
5	Симлар		15000	3000	18000
6					
7	Итого / Жами				27960

Арзон баҳоли инвентарлар ва ўлчов-назорат асбобларини сотиб олиш
инвестиция ҳажми

2-жадвал

№	Номи	Сони	Донасининг баҳоси	НДС 20%	Умумий қиймати НДС билан
1	Омбур	1	5000	1000	6000
2	Отвертка	1	4000	800	4800
3	Тистор	1	20000	4000	24000
4					

5					
6					
7					
	Итого / Жами				34800

Асосий фондлар қиймати
Зжадвал

№	Асосий фондлар номи	Сони	Асосий фондлар қиймати
1	Лаборатория	1	600000
2	Прибор		34800
3			
	Итого / жами		634800

Амортизация ажратмаси АФ 20% ташкил қилади

$$A_{\text{омч}} = 0,2 \times \text{ОФ} / 12$$

$$A_{\text{омч}} = 0,2 \times 634800 / 12$$

$$A_{\text{ом}} = 1058$$

Жорий таъмирлаш ва техник хизмат учун харажатлар АФ қийматининг 12%

$$P_{\text{т}} = 12\% \times \text{ОФ} / 12$$

$$P_{\text{т}} = 0,12 \times 634800 / 12$$

$$P_{\text{т}} = 6348 \text{ сум}$$

Лойиҳани ишлаб чикувчи ишчиларнинг иш ҳақини ҳисоблаш

4-жадвал

№№	Бажариладиган ишлар номи	Лаво- зими	Кунлар сони	Ўртача бир кунлик иш ҳақи	Бажарилган Ишнинг қиймати
1	Лойиҳаа мавзусини танлаш ва Шакиллантириш	СНС	1	15000	15000

2	Мавзу бўйича ИТА танлаш ва Ўрганиш	МНС	2	7050	14100
3	Интерфейс дастурини ишлаб чиқиш	МНС	2	7050	14100
4	Маъруза матнини киритиш	МНС	3	7050	21150
5	Дастурни созлаш	МНС	1	7050	7050
6	Комплекс дастурларни тестдан ўтказиш	МНС	2	7050	14100
7	Хатоларни топиш	МНС	2	7050	14100
8	Хатоларни туғирлаш	МНС	2	7050	14100
9	Иктисодий қисм	МНС СНС	2 1	7050 15000	14100 15000
10	Меҳнатни муҳофаза қилиш	МНС СНС	2 1	7050 15000	14100 15000
11	Битирув иши қўл ёзмасини тайёрлаш	МНС	1	7050	7050
12	Тақриз бериш	СНС	1	15000	15000
13	Битирув ишини оформлениши ва Ҳимоя	МНС	1	7050	7050
	Жами		24		201000

Асосий иш ҳақи - барча ишчиларнинг иш ҳақи ва 40% миқдорида мукофот пулининг йиғиндиси сифатида аниқланади

$$З_{осн} = COT * 0,4 + COT$$

$$З_{осн} = 272000 \times 1,4$$

$$З_{осн} = 380800$$

Қўшимча иш ҳақи асосий иш ҳақининг 10% ҳисобида олинади

$$З_{д} = K_{д} * З_{осн}$$

$$З_{д} = 0,1 \times 380800$$

$$З_{д} = 38080 \text{ сум}$$

Меҳнатга ҳақ тўлаш фонди асосий ва қўшимча иш ҳақиларнинг йиғиндиси сифатида аниқланади

$$ФОТ = З_{осн} + З_{д}$$

$$ФОТ = 380800 + 38080$$

$$ФОТ = 418880$$

Ижтимоий эҳтиёжларга харажатлар ФОТ дан 25% миқдорида ҳисобланади

$$Ofcc = 25\% * \Phi OT$$

$$Ofcc = 0,25 \times 418880$$

$$Ofcc = 104720 \text{ сум}$$

Транспорт харажатлари асосий иш ҳақидан 20%

$$Ptr = 0,2 * 30cn$$

$$Ptr = 0,2 \times 380800$$

$$Ptr = 76160 \text{ сум}$$

Ишлаб чиқариш эҳтиёжлари учун иссиқлик харажатлари

Узунлиги 5

Эни 8

$$V = 5 \times 8 = 40 \text{ см}$$

$$V = 40 \times 787,95 = 31518 \text{ сум}$$

Электр энергиясига бўлган харажатлар қуйидаги формуладан аниқланади

$$W = N * T * S$$

N – ўрнатилган қувват, кВт

T – ишлатилган вақт

S- 1 кВт /соат электр энергия нархи

$$W = 1 \times 120 \times 131,4$$

$$W = 15768 \text{ сум}$$

Инвестиция ҳажми қуйидаги формуладан аниқланади

$$K = MPZ + \Phi OT + Aof + \Sigma P$$

$$27960 + 47000 + 31518 + 418880 = 525358$$

Ўрганилган ишнинг харажат сметаси

5-жадвал

	Харажатларнинг номи	Қиймати
1	Бажарилган ишнинг қиймати	670287,16
2	Ишлаб чиқариш харажатлари	515605,5
3	Ишлаб чиқариш таннари	484651,5
4	Давр харажатлари	30954
5	Материал харажатлари	67544,25
6	Хом – ашё	52440

7	Электроэнергия	15104,25
8	ФОТ	309540
9	Ижтимоий суғурта	77385
10	Амортизация	10320
11	Бошқа харажатлар	19862,25
12	Асосий иш хақи	201000

Бажарилган ишнинг иқтисодий самарадорлигини аниқлаш

6-жадвал.

№	Кўрсаткичлар номи	Ўлчов бирлиги	қиймати	Изоҳ
1	Бажарилган ишнинг қиймати	Сум	670287,15	Таблица
2	Ишлаб чиқариш харажатлари	Сум	515605,5	Таблица
3	Инвестиции	Сум	4451420,25	Формула
4	Иқтисодий самара	Сум	154681,65	Формула
5	Қопланиш муддати	Ой	3,1	Формула
6	Рентабеллик	%	32,5	Формула

Иқтисодий самарани қуйидаги формуладан аниқлаймиз

$$\mathcal{E} = (C1 - C2) * Q \quad C1 = C2 * 1,3$$

C1 и C2 – аввалги ва кейинги таннарх,

Q - ишлаб чиқариш ҳажми,

$$\mathcal{E} = (670287,15 - 515605,5) * 1$$

$$\mathcal{E} = 154681,65 \text{ сум}$$

Рентабелликни аниқлаймиз

$$R = \frac{\mathcal{E} * 100\%}{K}$$

$$R = 154681,65 * 100\% / 4451420,25$$

$$R = 3438 = 34,4\%$$

Қопланиш муддатини аниқлаймиз

$$T_{ок} = \frac{K}{\mathcal{E}}$$

Э - иқтисодий самара

К - капитал

$$T_{ок} = 4451420,25 / 154681,65$$

$$T_{ок} = 2,9$$

V. Ҳаёт фаолияти хавфсизлиги.

Ҳаёт фаолияти деб инсонни ҳар кунги фаолияти, дам олиши, яшаш тарзига айтилади.

Инсонларни техносферадаги фаолиятининг хавфсизлигини асосларини ўрганишга киришишни аввало тирик мавжудотларнинг ўзаро ва атроф-муҳит билан бир-бирига муносабати тўғрисидаги умумий билимларда ҚФХни ўрнини билишдан бошлаш керак.

Биосфера ўзининг ҳокимлигини аста-секин Йўқота бошлаб, инсонлар яшайдиган жойларда ишлаб чиқариш ривожланиши ва табиатга таъсири натижасида техносферага айлана бошлади. Тирик ва тирик бўлмаган материядаги ўзаро биологик муносабатлар, физик ва кимёвий жараёнларга ўз ўрнини бўшата бошлади, жамиятда табиатни ва инсонларни техносферанинг негатив факторларидан муҳофазалаш талаби юзага келди.

Жамиятда ва табиатда юзага келган кўпгина негатив факторларнинг аввалам бош сабаби инсонларни антропоген фаолияти бўлиб, ҳозирги пайтда ушбу муаммоларни ечиш учун инсоният техносферани мукаммаллаштириб, одамларга ва табиатга салбий таъсирини Йўл қўйилган даражагача пасайтириш ҳисобланади.

ҚФХнинг фан сифатидаги асосий мақсади- инсонларни техносферадаги негатив антропоген ва табиий таъсирлардан ҳимоялаш ҳамда ҳаёт фаолияти учун (қулай) комфорт шароитлар яратишдан иборат.

Яшаш циклида инсон ва атроф-муҳит доимо ҳаракатдаги «инсон-яшаш муҳити» тизимини ҳосил қилади.

Яшаш муҳити деб –ҳозирги пайтда инсон фаолиятига, унинг соғлиғига ва авлодига бевосита ёки билвосита ,шу заҳотиёқ ёки четдан таъсир кўрсатувчи шартлаб қўйилган физик, кимёвий,

биологик, социал факторлар йиҳиндиси бўлган ўраб турган муҳитга айтилади.

Бу тизимда фаолият кўрсатиб, инсон узлуксиз енг камида иккита масалани ечади:

- овқатга, ҳавога ва сувга бўлган ехтиёжини қондиради;
- яшаш муҳитидаги ҳамда ўзига ўхшаганлар томонидан салбий таъсирларни йўқотади ва муҳофаза қилишни яратади.

Яшаш муҳитига тегишли табиий салбий таъсирлар дунё яратилибдики, мавжуд бўлиб, биосферадаги табиий офатлар ҳисобланувчи иқлимнинг ўзгариши, ер силкиниши, момақалдирик ва б. уларнинг манбалари ҳисобланади.

Энергетика, ишлаб чиқариш, транспорт воситаларининг ўсиши. Ер юзи аҳолисининг ўсиши ва ҳарбий ехтиёжлар енергетика, ишлаб чиқариш, транспорт воситаларининг ўсишини рағбатлантиради. Дунё миқёсидаги автомобил паркиннинг ўсиши 1960 йилдан 1990 йилгача 120 дан 420 млн.автомобилга ошди.

Кимёвий элемент бирикмаларидан фойдаланиш ҳам ошди

Йил	1869	1906	1917	1937	1985	2000	
маълуми		62	84	85	89	104	850
фойдаланилгани.....		35	52	64	73	90	500

Қишлоқ хўжалигида ҳам тупроқ унумдорлигини ошириш ва зараркуандалар билан курашиш мақсадида кўп йиллар мобайнида сунъий ўғитлар билан биргаликда турли токсикантлардан фойдаланиб келинди. 1986 йилда ер юзида 1 га хайдалган ерга 90 кг минерал ўғит тўғри келди, бу ўз йўлида тупроқни нитрат, фтор, стронсий билан юқори даражада тўйинишига олиб келди.

Пестисидлар билан захарланишдан ҳар йили 10 мингга яқин киши вафот этади, сув хавзалари захарланади, ўрмонларни, қуш ва ҳайвонларни қирилишига олиб келади.

Техноген авариялар ва фалокатлар. XX аср ўрталаригача инсонлар йирик миқёсдаги авария ва фалокатларни амалга ошира олмаган, техника ва ишлаб чиқаришни мукаммаллашуви натижада улар табиий офатлардан ҳам ўтиб кетди.

Ҳодиса деб–инсонларга, табиий манбаларга негатив таъсиридан зарар келтирувчи воқеага айтилади.

Авария деб – техник тизимдаги инсонларни вафотисиз юзага келган ҳодисага айтилади. Бунда техник воситаларни қайта тиклашни имкони бўлмайди ёки иқтисодий жиҳатдан самарасиздир. Фалокат деб – техник тизимлардаги инсонларни ваофти ёки йўқолиши билан кузатиладиган ҳодисага айтилади.

Табиий офат деб –биосферани вайронловчи, ер юзидаги одамларнинг ўлими ёки саломатлигини йўқотишга олиб келувчи фавқулотдаги ҳодисага айтилади.

Инсон ўз фаолияти билан табиатга бевосита таъсирида ер юзининг бир неча регионларида биосферанинг бузилиши натижасида янги яшаш муҳити – техносфера яратилди.

Биосфера–Ер юзидаги ҳаётни тарқалиш майдони бўлиб, ўз ичига техноген таъсирга ёлиқмаган атмосферанинг қуйи қатламини, гидросферани ва ернинг юқори қатламини олади.

Техносфера–инсонларнинг ўзини моддий ва ижтимоий-иқтисодий еhtiёжларини қониқтириш мақсадида бевосита ёки билвосита техник воситалар ёрдамида ўзганган биосфера регионидир. Ишлаб чиқариш муҳити – инсон иш фаолиятини олиб борадиган бўшлиқдир.

Техносфера шароитида негатив таъсирлар техносфера элементлари ва инсонларнинг хатти-ҳаракати асосида бўлади. Хар бир оқимни ўзгаришига яраша «инсон-яшаш муҳити» тизимини қулай ҳолатдан ўта хавфли ҳолатгача ўзгартириш мумкин.

Хавф деб – тирик ва тирик бўлмаган материянинг шу материянинг ўзига, яъни одамларга, табиатга, моддий бойликларга зиён келтирувчи салбий хусусиятига айтилади. Хавф ҲФХнинг марказий тушунчаси ҳисобланади. Хавфларни табиий ва антропоген келиб чиқувчиларга ажратиш мумкин. Табиий хавфлар хароратни ўзгариши, табиий офатлар натижасида юзага келса, антропоген хавфлар инсон фаолияти натижасида ҳосил бўладиган чиқиндилар, механик, иссиқлик, электромагнит энергиясининг чиқиндиларини атмосферага, сув хавзаларига тушишидан ҳосил бўлади.

Меҳнат фаолиятини тавсифи ва уни ташкил этиш инсон организмнинг функционал фаолиятини ўзгаришига кучли таъсир кўрсатади. Меҳнат фаолиятинин турли шакллари ақлий ва жисмоний меҳнатга бўлинади.

Жисмоний меҳнат биринчи навбатда таянч-ҳаракатланувчи, асабий-мускул, юракка кучайтирилган оғирлик бериш билан тавсифланади.

Ақлий меҳнат кўпгина ахборот қабул қилиш-узатиш ишларни диққатни, еслаб қолиш тизимини, ийкрлаш тизимини активлашишини талаб қилади, натижада узоқ ақлий юклама инсоннинг асаб тизимига, юрак-томир тизимига салбий таъсир кўрсатади. Ушбу меҳнат турига **гипокинезия** яъни инсонни ҳаракатланиш активлиги пасайиши натижасида емоционал кучланишга қарши организмнинг реакциясининг ёмонлашуви кузатилади. узоқ ақлий меҳнат билан шуғулланиш асаб тизимига салбий таъсир кўрсатади: диққат билан ишлаши (бир ишдан иккинчисига ўтиши, фикрни бир ерга жамлаш), хотираси (қисқа муддатни ва узоқ даврни еслаш), ахборотни қабул қилишида кўплаб хатоларга йўл қўяди

Ҳозирги замонда тоза физикавий меҳнат айтарли роль ўйнамайди. Физиологик классификасияга кўра ишларни мускулларни

сезиларли ҳаракати билан амалга ошадиган турига, меҳнатни механизациялашган шаклига, автоматлашган ва ярим автоматлашган ишлаб чиқаришга, конвеерда ишлайдиган шаклига, узоқдан туриб бошқарадиган ва интеллектуал меҳнат турларига бўлинади.

Оператор иши юқори даражадаги асабий- эмоционал кучланишни ва жавобгарликни талаб қиладиган иш бўлиб, қисқа муддатда катта ҳажмдаги ахборотни қайта ишлашига тўғри келади.

Инсон энергиясининг сарфи мускулли ишларнинг интенсивлигига, ахборот билан тўйинганлигига, эмоционал кучланишга боғлиқ бўлади. Кунлик энергия сарфи ақлий меҳнат қилувчиларники 10,5... 11,7 МДж; жисмоний меҳнат билан шуғулланувчиларники еса –12,5...15,5 МДж ни, ўртача оғирликдаги меҳнат билан шуғулланувчи хирурглар, станокда ишловчиларнинг энергия сарфи –12,5...15,5 МДж; оғир меҳнат билан банд одамлар-металлурглари, кон ишчилари, шахтерларнинг кунлик энергия сарфи 16,3...18 МДж ни ташкил этади.

Меҳнатнинг жисмоний оғирлиги деб, одамдан меҳнат қилаётганда асосан мускулларининг зўриқилиши ҳамда қерекли энергияни талаб қилувчи юкламага айтилади. Улар статик ва динамик ишларга бўлинади.

Статик ишда меҳнат қуроли ва предметлари бир ерда қўзғалмас ҳолатда бўлиб, ишчи ҳам бир хил ишчи ҳолатда меҳнат қилади.

Динамик иш мускуллар қисқариши билан кечадиган жараён бўлиб, бунда инсон меҳнат қилиш жараёнида ўзи ҳаракатланиши ва маълум миқдордаги юкларни ташиши билан кечади, энергия сарфи мускулларни кучайган ҳолда ушлаб туришга ҳамда механик эффект учун сарфланади. Қўлда кўтарадиган юкнинг максимал оғирлиги аёллар учун 10кг дан, еркаклар учун 30 кг дан ошиқ ишлар оғир иш

ҳисобланади.

Меҳнат зўриқиши деганда ахборотни қабул қилиш ва қайта ишлаш учун инсон миясининг зўр бериб ишлаши натижасида организмнинг емоционал юкламасига айтилади. Бундан ташқари, зўриқиш даражасини баҳолашда қуйидаги эргономик кўрсаткичлар назарда тутилади: ишнинг сменалиги, ишчининг иш ҳолати, ҳаракатланиш сони ва ҳ.к.

Меҳнатни гигиеник классификасияси бўйича 4 синфга бўлиш мумкин:

1. Оптимал иш шароитида меҳнат самарадорлигининг максимал, одам организмнинг минимал зўриқиши таъминланади.

2. Йўл қўйилган меҳнат шароитида атроф-муҳитнинг ва иш жараёнининг шундай даражаси билан тавсифланадики, у иш жойлари учун ўрнатилган гигиеник меёрларидан ошиб кетмаслиги таъминланади.

3. Зарарли иш шароитида инсон организмига кўнгилсиз таъсир етувчи зарарли факторлар гигиеник меёрлардан ошиб кетган ҳола тушунилади.

4. Экстремал иш шароитида иш сменаси ёки унинг бир қисмида ишчининг ҳаётига, кучли касбий жароҳатларга олиб келиши мумкин бўлган ишлаб чиқариш факторларининг даражаси билан тавсифланади.

Инсонни иш фаолиятини самарадорлиги кўп жihatдан иш курулларига, организмнинг ишлаш қобилиятига, иш жойини ташкил этиш ва ишлаб чиқариш муҳитининг гигиеник факторларига боғлиқдир. Иш фаолиятининг самарадорлигини оширувчи энг муҳим факторлардан бири меҳнат фаолиятида кўникма ва моҳирликнинг такомиллашуви ҳисобланади.

Юқори даражадаги турғун иш самарадорлиги доимий меҳнат

қилиш билан дам олишни узлуксизлиги таъминланиши натижасида юзага келади.

Ишлаш қобилияти деганда маълум муддатда ишнинг сони ва сифати билан тавсифланадиган инсон организмнинг функционал имкониятларининг катталигига айтилади. Меҳнат фаолиятида организмнинг ишлаш қобилияти вақт бўйича ўзгаради. Меҳнат қилиш жараёнида инсоннинг ҳолатини бир-бирини алмаштирувчи уч фазага ажратиш мумкин:

- ишлаш қобилиятини ошиш фазаси, бу вақтда ишлаш қобилияти бошланғич даврдан иш характериға ва инсоннинг индивидуал хусусиятиға қараб секин аста кўтарилиш даври бир неча минутдан 1.5-2 соатгача давом этади;

- юқори турғун ишлаш қобилияти фазаси, бу фазаға юқори меҳнат кўрсаткичларига кам енерия сарфи билан еришиш хосдир, унинг давомийлиги ишнинг оғирлигига қараб 2-2.5 соат давом этади.

- ишчининг асосий ишчи органларининг чарчаш хисси билан кечадиган иш қобилиятининг пасайиш фазаси.

Иш жойини, иш қуролларини тўғри лойихалаш, еркин меҳнат шароитини яратиш иш самарадорлигини оширади, чарчашни камайтиради ва касбий касалликлар келиб чиқиш хавфини олдини олади.

Умумий бахтсиз ходисалар ичида, электр токидан жароҳатланиш тахминан 5% ни ташкил қилади. Лекин, электр жароҳатланиш ичида оғир турли, айниқса ўлим билан тугайдиган ходисалар 70-75% ни ташкил қилади. Электр ходисаларни асосий сони, кучланиши 1000В гача бўлган электр ускуналарға тўғри келади. Бунинг сабаби кучланиши 1000В гача бўлган электр ускуналар кенг тарқалган бўлиб, уларни ишлатадиган ходимларни электр техникавий тайёрланиши паст даражада. Кучланиш 1000 В

дан ортиқ бўлган электр жароҳатларни сони анча кам, ва уларга хизмат қиладиган ходимлар махсус ўргатилган ва тайёрланган, шу сабабли бахтсиз ходисалар ҳам деярли кам содир булади.

Электр ток таъсири натижасида инсон танасини шикастланиши электр жароҳат деб аталади. Электр токнинг хатарлиги шуки, инсон ўз сезгувчи органлари билан, кучланишни бор-юқлигини аникламайди. Одам электр кучланиш остида қолгандан кейин химояловчи реакцияси кечикиб ишга тушади.

Инсонни электр токидан жароҳатланиши сабаблари қуйидагича: изолясия қилинмаган ток ўтказувчи қисмларга тасодифан тегиб кетиши; изолясияси лат еган сабаби метал қисмларга токни ўтиб кетиши; кучланиш остида қолган металмас буюмлардан, қадамли кучланишдан ва электр ёйи орқали. Инсон танасидан ўтаётган ток термик, электролитик, биологик таъсирини ва механик жароҳатланиш олиши мумкин. Термик таъсирини тери туқимасининг хужайрасини қизишидан қуйдиришигача олиб келиши мумкин. Биологик таъсир-танани биоэнергетик жараёнини бузилиши, яъни тирик хужайраларни тўлқинланиши ва мушакларни кескин қисқаришига олиб келадиган ҳолат. Электролитик таъсирида еса организмнинг суюқликлари парчаланиши натижасида қоннинг ва хужайраларнинг кимёвий ва химик хусусиятлари ўзгариши кузатилади. Электр ток билан шикастланишни икки турини кўрсатиш мумкин: электр жароҳат ва электр зарб. Электр жароҳатланиши-инсонни танасини айрим жойларини шикастланиши, электр куйиши, электр белгилари ва терини металланишини кўринишларига ега. Инсон танасидан ток ўтиши натижасида танани қизиши-электр куйиш деб аталади. Танани ички ва ташқи қисми куйиши мумкин. Жароҳат олиш шароитларига кўра контакт, ёйи ва аралаш куйишларга ажратилади.

Иш жараёнини ташкил етишда ишловчининг антропометрик ва психофизиологик хусусиятини еътиборга олиш керак, тик туриб

ишлаш чоғида ишчи ускуналарни жойлаштиришда аёллар билан еркакларнинг бўйи ўртача 11,1 см га, ёнга чўзилган қўллар 6,2 см га, тўғрига чўзилган қўллар фарқи 5,7 см га, ўтириб ишлаш чоғида еса аёлларнинг танаси еркакларникидан 9,8 см га паст еканлигини назарда тутиш керак. Иш юзасининг баландлигини бажарилаётган ишнинг оғирлигига, характерига ва аниқлигига қараб 12.2.032–78 ва 21998–76 ДАВСТ да берилади.

Операторнинг ишлаш қобилиятига машина ва механизм пультабини тўғри танлаш ва жойлаштириш салмоқли таъсир кўрсатади. Пультабини ўрнатишда шуни яхши билиш керакки, бошини бурмай кўриш зонаси 120° ни, бошини буриб кўриши – 225° , тепага 30° ва пастга еса 40° ни ташкил етади.

Иш ва дам олишни навбатма-навбат амалга ошириш ишлаш қобилиятини юқори турғунлигини таъминлайди. Бундан ташқари иш давомидаги зарурий микропаузалар бутун иш вақтининг 9...10 % ни ташкил етиши керак.

Инсоннинг фаолият кўрсатиши учун зарур шартлардан бири хонада ўзининг нормал тана ҳарорати $36,5^{\circ}\text{C}$ ни таъминловчи метеорологик шароитни яратишдан иборатдир. Ундай таъминланиш жисмоний иш қилганда танадаги иссиқлик балансини ва энергия таъминоти даражасини қай даражада бузилишига боғлиқ.. ўртача оғирликдаги ва оғир жисмоний ишни бажарганда тана ҳарорати ўзгариб туради. Инсон ички органлари $+43^{\circ}\text{C}$ дан минимал $+25^{\circ}\text{C}$ бўлган ҳароратни кўтара олади.

Иссиқликни сақлашда инсон териси муҳим роль ўйнайди. Нормал шароитда кийим остидаги тери ҳарорати $30...34^{\circ}\text{C}$ ни ташкил етади.

Микроиклим технологик жараённинг физикавий иссиқлик ажратишига ҳамда иқлимга, йил фаслига, иситиш шароитига ва шамоллатишга боғлиқдир.

Инсон ўзини яхши сезиши ундан ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдори $Q_{и}$ бутунлай атроф-муҳитдаги иссиқлик $Q_{ат}$ орқали қабул қилинса, яъни $Q_{и} = Q_{ат}$. Агар $Q_{и} < Q_{ат}$ бўлса, организмнинг совиб кетиши кузатилади.

Одамни атроф-муҳит билан иссиқлик алмашинуви танани ҳаво билан ювиши, яъни конвексия $Q_{к}$, иссиқлик ўтказувчанлиги $Q_{ў}$, атрофдаги юзаларнинг нурланиши $Q_{ю}$, тер ажратувчи безлардан чиққан намлик $Q_{т}$ ва нафас олгандаги иссиқлик $Q_{н}$ дан иборатдир:

$$Q_{и} = Q_{к} + Q_{ў} + Q_{ю} + Q_{т} + Q_{н}.$$

Бундан ташқари инсонни соғлиғига сезиларли таъсирни атмосфера босими ва ҳаво намлигининг функцияси ҳисобланган ҳавонинг нисбий намлиги ϕ кўрсатади.

Ўпка орқали танани шамоллатишнинг ўртача қиймати тинч ҳолатда тахминан 0,4...0,5 л/с бўлса, охир юкламалардан зўриққандагиси 4 л/с ни ташкил етиши мумкин.

Атрофдаги предметларнинг ҳарорати ва организмга физик юклама маълум ишлаб чиқариш муҳитини тавсифлайдиган параметрлар бўлиб, қолган параметрлар ҳисобланмиш одамни ўраб турган ҳаво ҳарорати, ҳаракати ва атмосфера босими микроиклим параметрлари деб номланади.

Микроиклим параметрлари инсонни саломатлигига ва ишлаш қобилиятига бевосита таъсир кўрсатади. Ҳаво ҳарорати 30 °C дан ошганда одамнинг ишлаш қобилияти пасая бошлайди. Кескин ҳавонинг ўзгариши натижасида инсон саломатлиги ёмонлашади, махсус мосламаларсиз инсон бир неча дақиқа 116 °C гача ҳаводан нафас ола олади. Шу билан бирга ҳаво ҳаракатининг тезлашиши ҳам конвектив иссиқлик ажралишини тезлаштириб, саломатлигига салбий

таъсир ўтказади.

Саноат корхоналарининг иссиқ цехларида кўпгина технологик жараёнлар юқори ҳароратда амалга оширилади. 500°C гача қизиган юза 740...0,76 мкм тўлқин узунлигида инфрақизил иссиқлик нурларни сочади. Ундан юқори ҳароратларда еса ультрабинафша нурлар ҳам юзага келади.

Инфрақизил нурлар организмга асосан иссиқлик таъсирини ўтказади, натижада танада биокимёвий силжишлар пайдо бўлиб. Қон айланиши пасаяди, натижада юрак-томир ва асаб тизимларининг фаолияти бузулади

Атмосфера босими инсоннинг нафас олиш ва ўзини яхши хис қилишига катта таъсир кўрсатади. Босимнинг ўзгариши натижасида инсоннинг фаолиятини сустлаштириши ўпка ҳажмининг қисқаришига, нафас мускулатурасини олиш-чиқариш кучининг ошишига, бу ўз навбатида нафас олиш частотасининг ошишига сабаб бўлади.

Атроф-муҳит билан инсонларнинг ўзаро иссиқлик алмашинуви микроқлим параметрларига боғлиқ бўлиб, ҳарорат табиий шароитда -88 дан +60 °C гача, ҳаво ҳаракати 0 дан 100 м/с гача, атмосфера босими 680 дан 810 мм с.у. ўзгаради.

Термобошқарув деб, инсон танасининг ҳароратини ўзгармас миқдорда ушлаб туришни бошқариш жараёнига айтилади. Бу жараён асосан уч хил йўл билан амалга ошади: биокимёвий, яъни инсон танасидаги оксидланиш жараёнининг интенсивлигини ўзгариши натижасида, қон айланиш ва тер чиқиш интенсивлигини ўзгариши натижасида рўй беради. $t_{oc}=18\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\phi = 60\%$, $w = 0$ да инсон ўз танасидаги намликни 18 % тер орқали йўқотса, +27 °C бу кўрсаткич 30 % ни ташкил этади. Микроқлим параметрлари организмдаги модда алмашинувига салбий таъсир қилмаса ва термобошқарув

тизимида кучайганлик сезилмаса, бундай шароит комфорт ёки оптимал шароит дейилади.

Ишлаб чиқариш микроиклим меёрлари меҳнат хавфсизлиги стандартлари бўлган ДСТ 12.1.005–88 «Ишчи зона ҳавосидаги умумий санитар-гигиеник меёрлар»да қайд қилинган бўлиб, микроиклим кўрсаткичларининг ҳар қайсиси йил фаслига, совуқ +10 °Сдан паст ва илиқ +10 °С юқори бўлган, кийиниш характериға, ишлаб чиқариш интенсивлигига, яъни организмнинг энергия сарфига қараб, енгил (1 категория) 174 Вт энергия сарфланадиган ишлар, ўртача оғирликдаги ишлар (2 - категория) 175...232 Вт, 10 кггача юк ташувчи ишлар, оғир (3- категория) 290 Вт дан ортиқ энергия сарфи бўлган ишлар иссиқлик ажралишига кўра меёрланади.

Иссиқлик ажралиш интенсивлигига кўра саноат корхоналарининг хоналари аниқ ажралувчи иссиқик бўйича гурухланади. Агар ажралиб чиқаётган иссиқлик хонанинг ички ҳажмида 1 м³ майдонга 23 Вт бўлса, нормал ҳолат ҳисобланади. Технологик ускуналарнинг юзаларини исиши натижасида ишловчиларнинг иссиқлик нурланиш миқдорининг интенсивлиги 35 Вт/м² дан ошмаслиги керак.

Очиқ иссиқлик манбаида (металлнинг қизиши, шиша еритишда, алангада) интенсивлиги 140 Вт/м² дан ошмаслиги керак

12.1.005–88 ДАВСТ кўра ишлаб чиқариш хоналарининг иш зонасида оптимал ва Йўл қўйилган микроиклим шароитлари ўрнатилиши керак.

Оптимал микроиклим шароити – микроиклим параметрларининг шундай қийматларики, уларнинг бутун иш мобайнида иш зонасидаги таъсири ишчига комфорт иссиқлик бериши натижасида ишлаш қобилиятини юқори даражада бўлишини таъминлайди.

Йўл қўйилган микроиклим шароитида– микроиклим параметрлари танада термобошқарув тизимиға таъсир кўрсатиши

натижасида ишлаш қобилиятини пасайиши билан бирга, инсон саломатлигига зарар келтирмайдиган шароитдир.

Микроиклим параметрларини бир текисда ушлаб туришда коллектив муҳофаза воситалари бўлган: иссиқлик ажралмаларини бир ерга жамлаш, хоналарни умумий вентилляциялаш ва кондиционерлаш муҳим роль ўйнайди.

Ишлаб чиқариш хоналарида ҳаво алмаштиришнинг мақсади, вазифаси ва турлари

Ҳаво алмаштириш қурилмалари ишлаб чиқариш биноларида юзага келадиган ортиқча иссиқлик, намлик, чанг, газлар ва буғларни ҳайдаб чиқариш ҳамда хона микроиклим ҳолатини санитар-гигиеник талаблар асосида меъёрлаштириш учун хизмат қилади. Ишлаб чиқариш хоналарида ҳаво алмашиниши табиий ва сунъий усулларда олиб борилади ва бу мақсадларда шамоллатиш қурилмаларидан фойдаланилади.

Шамоллатиш қурилмалари ҳаво алмашиниш усулига кўра умумий алмашинувчи ва маҳаллий турларга бўлинади.

Умумий ҳаво алмашиниш системасида хона ичидаги ифлос ҳаво хонанинг бутун ҳажми бўйича бир вақтда тоза ҳаво билан алмаштирилади. Маҳаллий ҳаво алмашиниш системаларида эса ифлос ҳаво бевосита ушбу ифлос ҳаво (чанг, газ, буғ ва б.) ҳосил бўладиган жойдан, яъни иш жойидан ҳайдаб чиқарилади.

Шамоллатиш қурилмалари ишлаш усулига кўра сўрувчи, ҳайдовчи ва сўрувчи- ҳайдовчи турларга бўлинади.

Сўрувчи шамоллатиш қурилмалари ифлос ҳавони фаол ҳайдаб чиқариш талаб этиладиган ишлаб чиқариш хоналарида ўрнатилади. Ҳайдовчи шамоллатиш қурилмалари эса сўрувчи қурилмалар мумкин бўлмаган хоналарда қўлланилади.

Сўрувчи-ҳайдовчи шамоллатиш қурилмалари эса интенсив ҳаво алмашилиш талаб этиладиган хоналарда ишлатилади.

Сунъий, яъни механик шамоллатиш системаларида ҳаво алмашилиши шамоллаткичлар ёрдамида амалга оширилади. Сунъий ҳаво алмашилиш қурилмаларининг афзалликлари шундаки, улар ёрдамида хонанинг исталган жойидан ифлос ҳавони ҳайдаб чиқариш ёки хонага тоза ҳаво юбориш ҳамда бу қурилмаларга ҳавони иситиш, намлаш ва тозалаш мосламаларини ўрнатиш мумкин. Бундай шамоллатиш қурилмалари шамоллаткичдан, ҳавони юбориш ёки ҳайдаб чиқариш қурилмасидан, ҳаво каналларидан ва филтрдан ташкил топган бўлади. Шамоллаткичлар сифатида марказдан қочма ва ўқли шамоллаткичлардан фойдаланилади. Марказдан қочма шамоллаткичлар ҳосил қиладиган босимларига кўра қуйидаги 3 турга бўлинади:

паст босимли - 1000 Н/м^2 гача;

ўрта босимли - $1000 \dots 3000 \text{ Н/м}^2$;

юқори босимли - $3000 \dots 15\,000 \text{ Н/м}^2$.

Шамоллаткичларнинг маркасида кўрсатилган рақам шамоллаткич иш ғилдирагининг дм.да ифодаланган диаметрини билдиради. Масалан, Н5 вентилятордаги 5 сони шамоллаткич иш ғилдирагининг диаметри $D_{нг} = 5 \text{ дм} = 500 \text{ мм}$ эканлигини кўрсатади. Ўқли шамоллаткичлар паст босимли ҳаво алмашилиш талаб этиладиган ишлаб чиқариш хоналарида ўрнатилади. Улар $250\text{--}300 \text{ Н/м}^2$ атрофида босим ҳосил қилади. Сунъий шамоллатиш системаларининг ҳаво қувурлари пўлатдан тайёрланади. Агрессив кимёвий моддалар билан ифлосланган ҳаволи муҳит учун эса қувур материали сифатида зангламайдиган пўлат, винипласт ёки керамика танланади.

Ҳаво қувурларига хонага киритиладиган ҳаво миқдорини ростлаш, ҳавони тозалаш, иситиш, совутиш ва намлаш мосламалари ўрнатилади. Ҳавони иситишда калориферлардан фойдаланилади. Улар тузилиши ва ишлаш принципи жиҳатидан автомобилларнинг радиаторига ўхшаш бўлади. Ҳавони совутиш мосламалари эса 2 хил: сирт бўйича совутиш ва контактли совутиш қурилмаларига бўлинади. Сирт бўйича совутиш қурилмалари калорифер шаклида бўлиб, совутувчи сифатида совуқ сув, аммиак ёки фреондан фойдаланилади. Контактли совутиш қурилмаларида ҳаво сув камерасида юзага келувчи ёмғирли муҳит орқали ўтиб совийди. Ҳавони тозалашда эса турли хил материал филтрлардан, ёғ филтрларидан, электрик ва ультратовушли филтрлардан фойдаланилади.

Ишлаб чиқариш хоналарида ҳаво алмашилиш учун талаб этиладиган шамоллаткичлар иш унумдорлигини ҳисоблаш

а) Умумий ҳаво алмаштиришни ҳисоблаш

Ишлаб чиқариш хоналарида умумий механик ҳаво алмаштириш ҳаво алмашилиш қарралиги асосида ҳисобланади. Шамоллаткич ёрдамида 1 соатда хонадан ҳайдаб чиқариладиган ёки хонага сўриладиган ҳаво ҳажмининг хона ҳажмига нисбати ҳаво алмашилиш қарралиги деб аталади ва қуйидаги формула асосида аниқланади:

$$k=L/V,$$

бу ерда L - шамоллаткичнинг иш унумдорлиги, m^3 /c ;

V - хона ҳажми, m^3

Юқоридаги формулага асосланган ҳолда ишлаб чиқариш хонасида умумий ҳаво алмаштириш учун талаб этиладиган шамоллаткич иш унумдорлиги қуйидагича аниқланади:

$$L=kV, m^3 /c$$

Ишлаб чиқариш хонасининг юзаси 40 м^2 , баландлиги $4,0 \text{ м}$, хаво алмашиш қаррарлиги $k=3,0$ бўлса, талаб этиладиган шамоллаткич иш унумдорлигини аниқланг?

$$L = kV = k \cdot C \cdot X = 3 \cdot 4 \cdot 40 = 480 \text{ м}^3/\text{с}$$

Хулоса:

Ушбу малакавий битирув ишимда, биполяр транзисторлар асосида кучайтиргичлар моделини яратиш ва уларнинг иш режимларини ўргандим.

Ўзгарувчан ток кучайтиргичининг номинал кучайтириш коэффициенти энг кам бузилишларга эга ўрта частоталарда аниқланади. Чиқиш сигналининг бузилмаган максимал амплитудаси тўғрисида маълумотга эга бўлмаганимиз учун, аниқланадиган кучланиш қийматини, чиқиш кучланишининг кичкина қийматларида олиб бориш керак, бунинг учун кучайтиргичга кираётган кучланиш қийматини кичик қилиб олиш керак.

Битирув малакавий ишида бир каскадли кучайтиргичда транзистор доимий токи бўйича, стабилизациялаш режимларининг турларини ўрганиш; кучайтиргичлар чизмаларидаги элементларнинг вазифалари тўғрисида тасаввурга эга бўлиш; кучайтириш каскади параметрлари частота характеристикалари ҳақида маълумотга эга бўлиш; чизиқли кучайтиргичларни ўрганиш масалалари куриб чиқдим

Бу электроника соҳасида жуда кенг қулланилади.

Хулоса:

Ўзгармас кучланиш манбаи ёрдамида таъминланадиган кучайтириш каскадларида киришга ўзгарувчан кучланиш берилганда, чиқишда ўзгарувчан кучланиш ҳосил қилишнинг моҳиятини билиш аҳамиятга эга. R_1 ва R_2 резисторлар каскад учун тинчланиш ҳолат режимини таъминлайди. Биполяр транзисторни ток билан бошқарилишини ҳисобга олсак, бошқарувчи элементнинг тинчланиш ҳолати токи ($I_{кр}$), тинчланиш ҳолати учун база токининг берилиши билан таъминланади. R_1 резистор $I_{бр}$ токининг ўтиш занжирини ҳосил қилади, R_1 ва R_2 резисторлар биргаликда таъминлашманбаининг "+" қутбига нисбатан базада $U_{бп}$ бошлангич кучланишини таъминлайдилар. Кучайтиргичда бундай шарт, таъминлаш манбаи сарфлайдиган қувват, чиқиш қувватидан катта бўлгандагина амал қилар экан.

$$U_{ист} > U_{чик}$$

Икки қутбли электр таъминотига мўлжалланган кучайтиргичлар бир қутбли электр таъминотли схемаларда ҳам ишлатилиши мумкин, лекинуларнинг кириш ва чиқиш кучланишларининг амплитудавий диапазони жуда қисқа бўлиши мумкин. Бир қутбли электр таъминотига мўлжалланган кучайтиргичлар ҳам, ўз навбатида, икки қутбли электр таъминотли операцион кучайтиргичларда ишлатилиши мумкин. Фақат манфий ва мусбат манбалар потенциалларининг фарқи бундай турдаги кучайтиргич учун рухсат этиладиган таъминот кучланишидан ортмаслиги зарур. Агар ўзгарувчан ток сигналларини кучайтириш талаб қилинса, унда бир қутбли электр таъминотида силжитиш занжирлари ва ажратувчи конденсаторларидан фойдаланиш мақсадга мувофиқ. Агар кириш сигнали бинолар бўлса, унда силжитиш занжирларидан фойдаланиш мумкин, лекин схемага сунъий нолинчи турдаги киритиш қулай. Агар умумий шина потенциалидан кичик бўлган кириш сигналлари билан бир қутбли электр таъминотида ишлаш кўзда тутилаётган бўлса, унда зарур ҳолларда кучайтиргич киришларини химоя қилиш чораларини кўриш керак бўлади.

Ўзгармас кучланиш манбаи ёрдамида таъминланадиган кучайтириш каскадларида киришга ўзгарувчан кучланиш берилганда, чиқишда ўзгарувчан кучланиш ҳосил қилишнинг моҳиятини билиш аҳамиятга эга. R_1 ва R_2 резисторлар каскад учун тинчланиш ҳолат режимини таъминлайди. Биполяр транзисторни ток билан бошқарилишини ҳисобга олсак, бошқарувчи элементнинг тинчланиш ҳолати токи ($I_{кр}$), тинчланиш ҳолати учун база токининг берилиши билан таъминланади. R_1 резистор $I_{бр}$ токининг ўтиш занжирини ҳосил қилади, R_1 ва R_2 резисторлар биргаликда таъминлаш манбаининг "+" қутбига нисбатан базада $U_{бп}$ бошлангич кучланишини таъминлайдилар. Кучайтиргичда бундай шарт, таъминлаш манбаи сарфлайдиган қувват, чиқиш қувватидан катта бўлгандагина амал қилар экан.

$$U_{ист} > U_{чик}$$

Икки қутбли электр таъминотига мўлжалланган кучайтиргичлар бир қутбли электр таъминотли схемаларда ҳам ишлатилиши мумкин, лекин уларнинг кириш ва чиқиш кучланишларининг амплитудавий диапазони жуда қисқа бўлиши мумкин. Бир қутбли электр таъминотига мўлжалланган кучайтиргичлар ҳам, ўз навбатида, икки қутбли электр таъминотли операцион кучайтиргичларда ишлатилиши мумкин. Фақат манфий ва мусбат манбалар потенциалларининг фарқи бундай турдаги кучайтиргич учун рухсат этиладиган таъминот кучланишидан ортмаслиги зарур. Агар ўзгарувчан ток сигналларини кучайтириш талаб қилинса, унда бир қутбли электр

таъминотида силжитиш занжирлари ва ажратувчи конденсаторларидан фойдаланиш мақсадга мувофиқ. Агар кириш сигнали бинолар бўлса, унда силжитиш занжирларидан фойдаланиш мумкин, лекин схемага сунъий нолинчи турдаги киритиш қулай. Агар умумий шина потенциалидан кичик бўлган кириш сигналлари билан бир қутбли электр таъминотида ишлаш кўзда тутилаётган бўлса, унда зарур ҳолларда кучайтиргич киришларини химоя қилиш чораларини кўриш керак бўлади.

Адабиётлар

1. Ю.С. Забродин. «Промышленная электроника», М. Высшая школа, 1982г. 2-1 стр. 87-88
2. Б.С. Гершунский. «Справочник по расчету электронных схем». Киев. Изд. «Виша школа», 1983г. 2-1 стр 90-93
3. Б.С. Гершунский. «Основы электроники и микроэлектроники». Киев. Изд. «Виша школа», 1989г. 2-1 стр. 231-232
4. М.А. Балашов, Е.Б. Елагин и др. «Электронные и полупроводниковые устройства систем автоматического управления». Изд. «Машиностроение», Москва 1966г. 2-2 стр 95-96, 2-3 стр. 98-99