

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI QISHLOQ VA SUV XO'JALIGI
VAZIRLIGI**

**TOSHKENT IRRIGATSIYA VA MELIORATSIYA INSTITUTINING BUXORO
FILIALI**

«UMUMKASBIY FANLAR» kafedrası

Texnologik jarayonlarda ishlab chiqarishni boshqarish va avtomatlashtirish yo'nalishi

ELEKTRONIKA va MPT fanidan

KURS ISHI

Mavzu: Bipolyar tranzistorlarda kuchaytirgichlar

Bajardi

Uzakova G

Tekshirdi

Xudoyberdiyev A

Kirish

Qishloq va suv xo'jaligida ko'plab tarmoqlarda qo'llanilayotgan ilg'or texnologiyalar ishlab chiqorishning avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlaridan foydalanishni talab qiladi. Shuning uchun soxa bo'yicha tayyorlanayotgan mutaxassislar avtomatikaning texnik vositalari avtomatik nazorat avtomatik rostlash avtomatik boshqaruv tizimlari operativ xizmat tarmog'i haqida maxsus bilimga ega bo'lishlari zarur.

Avtomatika –fan va texnikaning aloxida soxasi bo'lib, bu soxa avtomatik boshqarish nazariyasi, avtomatik tizimlar yaratish prinsiplari va bu tizimda qo'llaniladigan texnik vositalar bilan shug'ullanadi. Avtomatika so'zi grekcha so'zdan olingan bo'lib o'zi harakatlanuvchan moslamani anglatadi.

Texnika tarixida birinchi ma'lum bo'lgan avtomatik qurilma Polzunov bug' mashinasi hisoblanadi. Bu mashina oddiy shamol va gidravlik detallarning o'rniga ishlatilgan va odam ishtirokisiz suvning satxi rostlangan.

Bugungi kunda avtomatika aloxida fan sifatida o'z yo'nalishlariga ega. Bu fan avtomatik boshqaruv tizimlarining nazariyasi va uning tuzilish tamoyillari bilan shug'ullanadi.

Qishloq va suv xo'jaligini ishlab chiqarishda avtomatik boshqarish tizimlarini qo'llash yuqori samaradorlikka ega, chunki ko'p bosqichli ishlab chiqarish jarayonlarida iqtisodiy samaradorlikka erishish uchun imkon boricha mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish vositalaridan keng foydalanish talab qilinadi. rostlagichlar stabilizatorlar ijro mexanizmlari va boshqalar.

Avtomatikaning texnik vositalariga nazorat axborotlarini qabul qiluvchi uzatuvchi o'zgartiruvchi saqlaguvchi programmalashtirilgan axborot bilan solishtiruvchi buyruq axborotini shakillantiruvchi hamda texnologik jarayonga ta'sir ko'rsatuvchi datchiklar relelar kuchaytirgichlar logic elementlar

Qishloq va suv xo'jaligini ishlab chiqarishni avtomatlashtirish 3 ta davrga bo'linadi: Birinchi davr: Ayrim texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va ayrim parametrlarini avtomatlashtirilgan agregat yaqinida o'rnatilgan yirik o'lchamli asboblarning ko'rsatishi muvofiq ravishda rostlanadi. Bunda asboblarni mashina va uskunarlar yaqiniga joylashtirish deyarli qiyinchiliklar tug'dirmaydi. Avtomatlashtirishning bu davrida shkalasi yaxshi ko'rsatadigan yirik o'lchamli asboblari ishlatiladi.

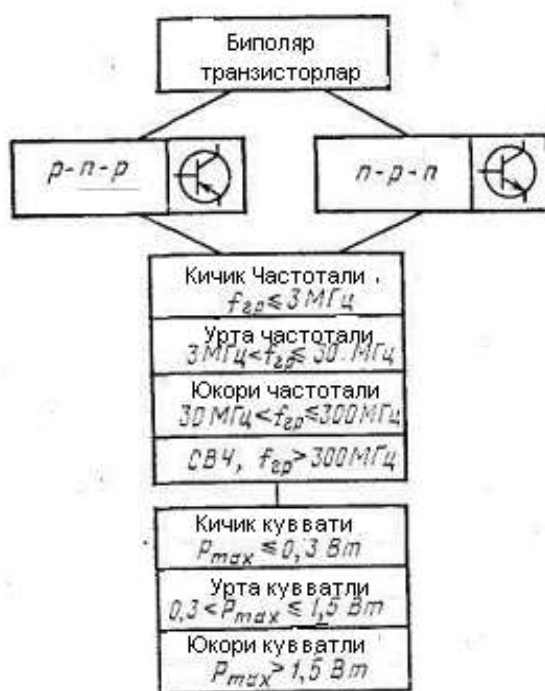
Ikkinchi davr: ayrim jarayonlarning kompleks avtomatlashtirish. Bunda rostlash aloxida shchitga o'rnatilgan asboblari bo'yicha olib boriladi. Yirik o'lchamli asboblardan foydalanish bu shchitni bir necha metrga cho'zilib ketishiga olib keladi va shchitni nazorat qilish qiyinlashadi. Avtomatlashtirishning bu davrida shchitdagi asboblarni hajmini kichiklashtirish zarurati paydo bo'ladi. Bu masalani hal qilish uchun kichik o'lchamli ikkilamchi asboblari ishlatiladi.

Uchinchi davr: to'liq avtomatlashtirish davri. Bu davrning xarakterli xususiyati shundaki barcha jarayonlar yagona dispetchirlik punkitiga markazlashtiriladi. Shu bilan birga mitti ikkilamchi asboblarni ishlatish extiyoji paydo bo'ladi. Doimiy nazoratni talab qilmaydigan o'lchash va rostlash asboblari yirik gabaritli shchitdan tashqariga o'rnatiladi.

Биоляр транзисторлар

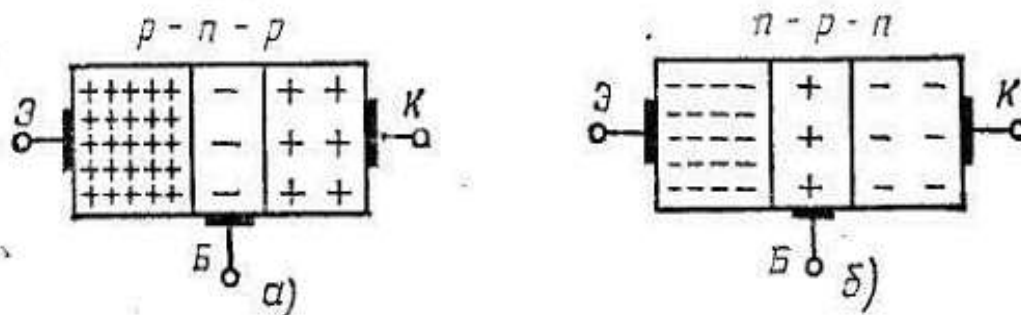
Биоляр транзисторлар деб, қувват кучайтирувчи учта электр ўтказувчи зонасига эга бўлган электр ўтказувчи асбобга айтилади.

Биоляр транзисторларда ток икки қутбли заряд ташувчилар, яъни электрон ва коваклар ҳаракатидан келиб чиқади. Шунинг учун бу транзистор номи биоляр дейилади (икки қутбли). Бу транзисторларнинг ***p-n-p*** ва ***n-p-n*** турлари мавжуд.



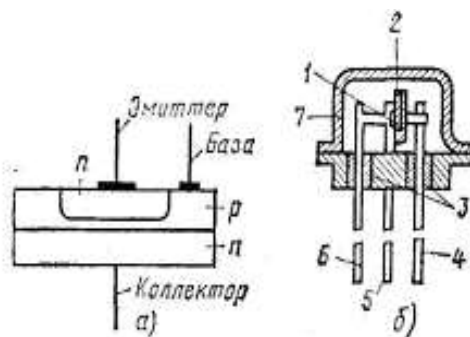
1- расм. Биоляр транзисторларнинг классификацияси ва шартли белгиланиши

Транзисторларни тайёрлашда германийли ва кремнийли ўтказувчи элементдан кўпроқ фойдаланилади.



2-расм. ***p-n-p*** (а) ва ***n-p-n*** (б) типли биоляр транзисторларнинг структураси

Биполяр транзисторларда ўрта қатлами **база (Б)** дейилади. Электронлар ва ковакларнинг, яъни заряд ташувчиларнинг манбаи бўлган ташки қатламлари **эмиттер (Э)** ва **коллектор (К)** деб юритилади. Коллектор эмиттердан келаётган заряд ташувчиларни қабул қилади.



3-расм. Кам қувватли биполяр транзисторнинг структураси (а) ва конструкцияси (б).

База қаршилигини жуда юқори қилиб тайёрланади. Эмиттер ва коллектор қаршиликлари эса базаникидан анча паст бўлади. Бунда эмиттернинг қаршилиги коллектор қаршилигидан бир неча баробар кам бўлади.

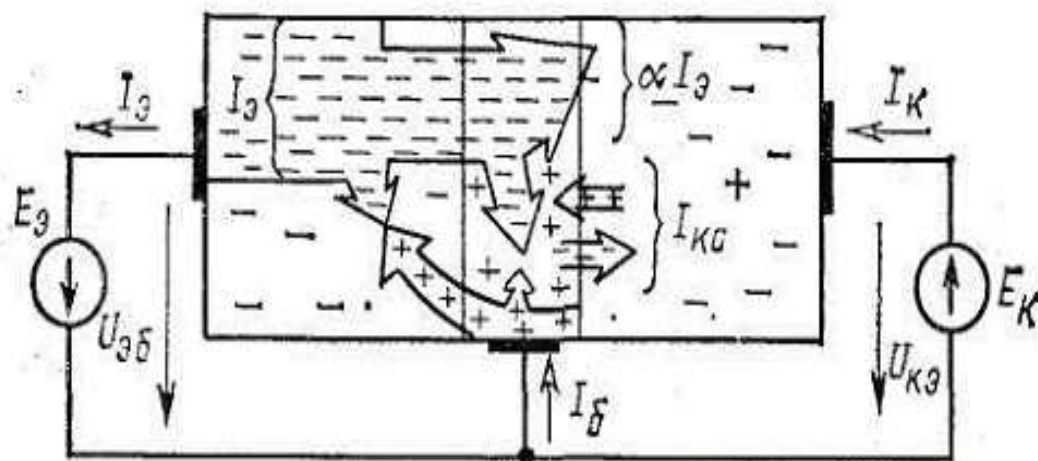
Эмиттер база ўтказишига $U_{эб}$ кучланиш тўғри йўналишда берилади, шунинг учун кучланишнинг кичик қийматида ҳам унда катта ток ҳосил бўлади. Коллектор база йўналишига $U_{кб}$ кучланиш тескари йўналишда берилади. Бу кучланиш эмиттер ва база орасидаги кучланишдан бир неча баробар катта бўлади.

n-p-n типдаги транзисторларнинг ишлашини кўриб чиқамиз: коллектор ва база орасидаги мусбат кучланиш берилганда эмиттер токи I_e нолга тенг бўлганда $I_{ко}$ коллекторнинг ўтказиши томонидан асосий бўлмаган заряд ташувчилар ҳаракатидан ҳосил бўлган ток оқади.

Ҳарорат ошганда асосий бўлмаган заряд ташувчилар сони ортади ва $I_{ко}$ коллектор токи кескин ошиб кетади.

Эмиттерни манбадаги манфий қисмга улаганда I_e эмиттер токи пайдо бўлади. Ташки кучланиш эмиттер ўтишига тўғри йўналишда берилганлиги учун электронлар **n**-ўтиш томонидан ўтиб базага келади. База **p** -ярим

ўтказгичдан тайёрланган шунинг учун электронлар у ерда асосий бўлмаган заряд ташувчи ҳисобланади.



4-расм. Заряд ташувчиларнинг ***n-p-n*** типли транзистордаги ҳаракати.

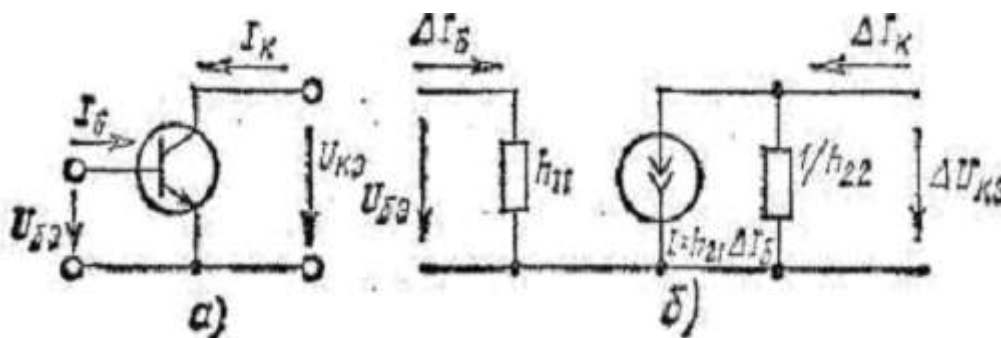
Базага тушган электронларнинг бир қисмгина база коваклари билан рекомбинацияланади, чунки бу ерда база катта нисбий қаршиликка эга бўлган юпқа ***p***-типидаги ярим ўтказгичдан тайёрланганлиги сабабли коваклар концентрацияси кичик. Электронларнинг кўп қисми эса иссиқлик ҳаракати (диффузия) ва коллетор майдони таъсирида (дрейф) коллектор токининг асосий ***I_к*** ташкил этиб, коллекторга етиб боради. Эмиттер ва коллектор орасидаги тоқлар орттирмасининг боғлиқлиги ток ўтказиш коэффицентини характерлайди.

$$\alpha = \left. \frac{\partial I_{\kappa}}{\partial I_{\varepsilon}} \right|_{U_{\kappa \varepsilon} = \text{const}} \approx \left(\frac{\Delta I_{\kappa}}{\Delta I_{\varepsilon}} \right) \bigg|_{U_{\kappa \varepsilon} = \text{const}} .$$

Ток узатиш коэффицентини доим 1 дан кичик бўлади. Замонавий биполяр транзисторларда $\alpha = 0,9 - 0,995$.

Юқорида кўриб чиқилган схема база, эмиттер ва коллектор занжири учун умумий ҳисобланади. Бундай схемада биполяр транзистор уланиши ***умумий базали схемаси*** дейилади. Бунда эмиттер занжири кириш, коллектор занжири эса чиқиш занжири дейилади.

Юқоридаги уланиш схемаси жуда кам қўлланилади. Кўпроқ эса кириш ва чиқиш занжирига умумий электрод бўлиб эмиттер ҳисобланган схема, яъни умумий эмиттернинг схемаси қўлланилади.



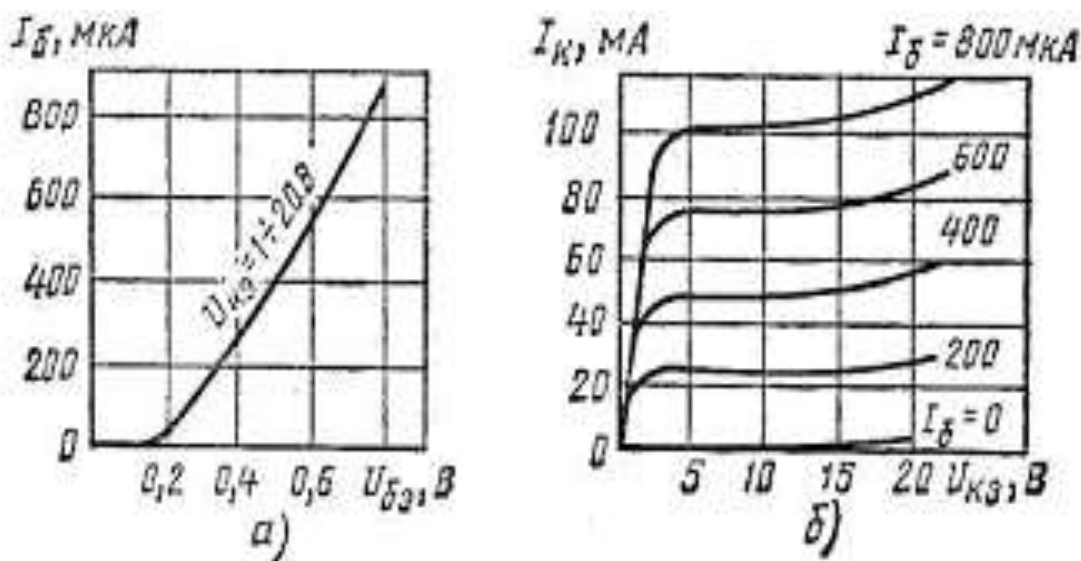
5-расм. **n-p-n** транзисторнинг умумий эмиттер схемаси бўйича уланиши.

Бундай схема учун кириш контури база-эмиттер орқали ўтади ва унда база токи пайдо бўлади ва у қуйидагича ифодаланади:

$$I_B = I_{\varepsilon} - I_k = (1 - \alpha) I_{\varepsilon} - I_{k0} < I_{\varepsilon} \approx I_k$$

Транзисторнинг тавсифномалари

Транзисторларнинг кириш занжиридаги ток ва кучланишларнинг боғлиқлиги $I_b = f_1(U_{бэ})$ транзисторларнинг кириш ёки база тавсифномаси дейилади.



6-расм. Биполяр транзисторнинг ВАТси:

а) кириш; б) чиқиш тавсифномалари

Коллектор токини база токини белгиланган кийматларидаги коллектор ва эмиттер орасидаги кучланишга боғлиқлиги $I_K = f_2(U_{KЭ}), I_Б = const$ транзисторнинг чиқиш (коллектор) тавсифномалари дейилади.

Биполяр транзисторларнинг h- катталиклари

Коллектор ўтишини қизиқ кетмаслиги учун ундан чиқаётган қувват бирор бир максимал кийматдан ошиб кетмаслиги керак.

$$P_K = I_K U_{KЭ} < P_{K.max}$$

Агар коллектор ва эмиттер орасида жуда катта кучланиш берилса коллектор ўтишида электр тешилиши рўй беради. Шунинг учун транзисторларнинг коллектор кучланиши рухсат этилганидан кичик бўлиши керак.

$$U_{KЭ} \leq U_{KЭ.max}$$

$$\Delta U_{БЭ} = \frac{\partial F_1}{\partial I_Б} \Delta I_Б + \frac{\partial F_1}{\partial U_{KЭ}} \Delta U_{KЭ} \quad \text{ёки} \quad \Delta U_{БЭ} = h_{11Э} \Delta I_Б + h_{12Э} \Delta U_{KЭ}$$

Бундай чекланиш коллектор токи бўйича ҳам мавжуд

$$I_K \leq I_{K.max}$$

$$\Delta I_K = \frac{\partial F_2}{\partial I_Б} \Delta I_Б + \frac{\partial F_2}{\partial U_{KЭ}} \Delta U_{KЭ} \quad \text{ёки} \quad \Delta I_K = h_{21Э} \Delta I_Б + h_{22Э} \Delta U_{KЭ}$$

Агар коллектор токи ошиб кетса эмиттер ўтиши қизиқ кетади. Юқоридаги учта чекланган эгри чизиқлар билан чегараланган қисм транзисторлар тавсифномасида *ишчи қисм* дейилади.

Биполяр трнзисторлар ярим ўтказгичли кучайтиргич асбоби ҳисобланиб, турли хил кучайтиргичларда, генераторларда, логик (мантикий) ва импульс ускуналарда қўлланилади.

$$h_{11Э} = \frac{\Delta U_{БЭ}}{\Delta I_Б}; \quad U_{KЭ} = const (\Delta U_{KЭ}=0) \quad \text{— биполяр транзисторнинг кириш}$$

қаршилиги;

$$h_{12Э} = \frac{\Delta U_{БЭ}}{\Delta U_{KЭ}}; \quad I_Б = const (\Delta I_Б=0) \quad \text{— кучланиш бўйича ички қайта боғланиш}$$

коэффициенти;

1-жадвал

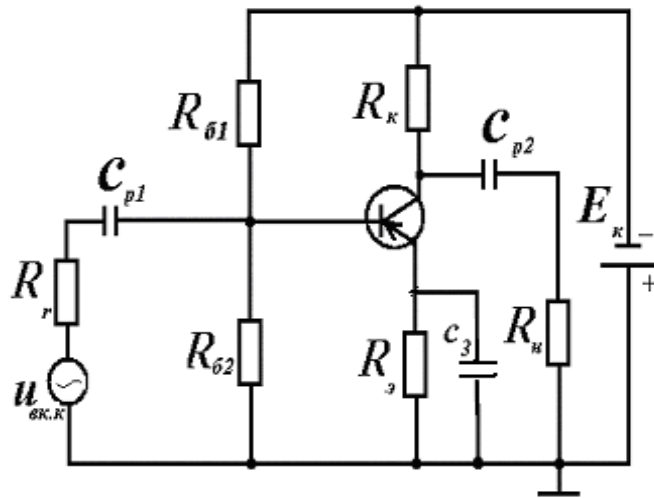
Транзис- тор типи	Транзистор катталиклари							
	$U_{кэ, max}, В$	$P_{к, max}, Вт$	$I_{к, max}, А$	$f_{ч}, Гц$	$C_{кб}, пФ$	$h_{11э}, Ом$	$h_{12э}, Ом$	$h_{22э}, Ом$
Кичик куватли	5 – 25	0,01 – 0,3	0,01 – 0,1	1 – 8000	1 – 10	1000– 10000	20– 200	10^{-6} – 10^{-7}
Ўрта куватли	25 – 100	0,3 – 30	0,05 – 0,5	1 – 1000	5 – 100	100– 1000	20– 200	10^{-5} – 10^{-7}
Катта куватли	50 – 1000	3 – 100	0,5 –10	0,5 – 300	10 – 1000	50– 500	20– 200	10^{-3} – 10^{-5}

$$h_{21э} = \frac{\Delta I_{\kappa}}{\Delta I_{\delta}}; \quad U_{кэ} = \text{const} (\Delta U_{кэ} = 0) \quad - \text{ток узатиш коэффиценти};$$

$$h_{22э} = \frac{\Delta I_{\kappa}}{\Delta U_{кэ}}; \quad I_{\delta} = \text{const} (\Delta I_{\delta} = 0) \quad - \text{транзисторнинг ички ўтказувчанлиги};$$

Топширик

**Умумий эмиттер схемаси бўйича уланган кучайтириш каскадини
параметрларини ҳисоблаш.**



1-расм. Умумий эмиттер схемасида уланган кучайтиргич каскадининг
принципиал электр схемаси.

**Берилган схема бўйича транзисторли кучайтиргич учун қуйидаги
параметрларни аниқлаш талаб этилади:**

1. R , C - элементларининг номинал қийматларини;
2. Иш нуқтасидаги h -параметрларини;
3. $R_{к.кир}$ - каскаднинг кириш қаршилигини;
4. $R_{к.чик}$ - каскаднинг чиқиш қаршилигини;
5. $K_{куч}$ - транзисторнинг кириш қисмидаги кучланиш сигнали бўйича узатиш коэффиценти;
6. $K'_{куч}$ - каскаднинг кириш қисмидаги кучланиш сигнали бўйича узатиш коэффиценти;
7. $K_{1к}$ - каскаднинг кириш токи сигнали бўйича транзистор базаси орқали узатиш коэффиценти;
8. $K'_{1к}$ - каскаднинг кириш токи бўйича узатиш коэффиценти;

9. K_{PK} - каскаднинг кириш қисмида сигнални қувват бўйича узатиш коэффициенти;

10. $f_{юкори}$ - частота кучайтирилувчи юзасининг чегаравий юкори қиймати;

11. $f_{ш}$ - шовкин бўйича чегаравий ишчи частота;

12. $K_{ш}$ - ўрта частоталардаги шовкин коэффициенти.

Ҳисоблашлар учун қуйидаги параметрлар берилади:

- 1). $U_{к.к}$ – каскаднинг кириш қисмидаги кучланиш амплитудаси;
- 2) $R_{г}$ – сигнал манбаи қаршилиги;
- 3) $R_{юк}$ – юклама қаршилиги;
- 4) $f_{паст}$ – частота кучайтирилувчи юзасининг пастки қиймати;
- 5) $M_{паст}$, $M_{юк}$ – паст ва юкори чегаравий частота қийматларининг рухсат этилган четга чиқиш қийматлари;
- 6) $T^0 K_{мин}$, $T^0 K_{макс}$ – чегаравий ишчи ҳарорат қийматлари;
- 7) $E_{м}$ – таъминлаш манбаи кучланиши;
- 8) $\frac{\Delta I_{к}}{I_{к}}$ - коллектор токининг нисбий оғиши.

Транзисторли кучайтириш каскадини ҳисоблаш усули

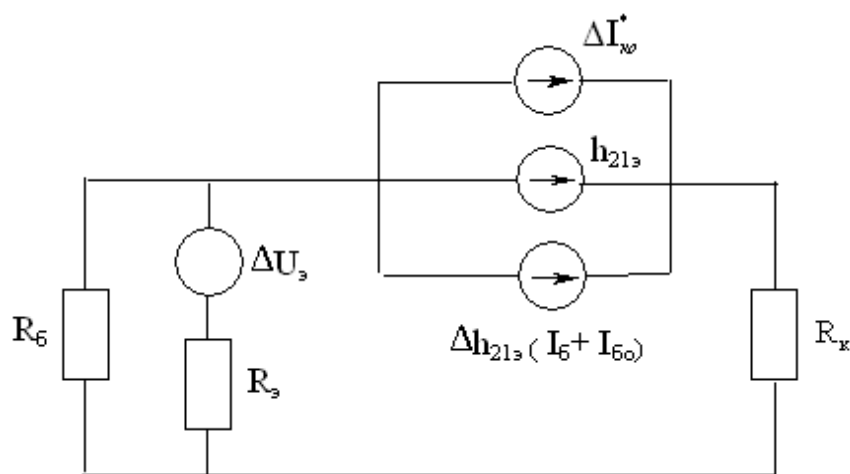
Кучайтириш каскадини ҳисоблашнинг асосий босқичларидан бири транзисторнинг белгиланган иш режимини танлаш ва уни стабиллаш ҳисобланади. Кучайтириш каскадини тинч ҳолатида, яъни сигнал йўқ вақтида транзисторни иш нуқтасини тўғри танлаш лозим: $I_{к}$ - токни тинч ҳолатидаги қиймати ва $U_{к}$ - кучланишнинг тинч ҳолатини стабиллаш каскаднинг нормал ишини таъминлаш ва уни юкори сифат кўрсаткичларини сақлашнинг асосий шарти ҳисобланади. Электрон лампадан фарқли равишда транзистор паст стабиллашувга эга бўлган режимда нормал ишламайди.

Транзисторнинг иш режими кириш ва чиқиш тавсифномалари гуруҳларидан танланади. Бу эса каскаднинг ф.и.к. и талабларига, нозичлиги четга чиқиш тавсифномаларига, каскаднинг кўрсатмаларига ва бошқаларга

биноан аниқланади. Ишчи нуқта шундай танланадики, транзисторнинг токи ва кучланиш қийматлари коллектор кучланиши U_{kmax} ҳамда коллектор токи I_{kmax} нинг рухсат этилган максимал қийматларидан ортиб кетмаслиги, P_{kmax} коллектордаги қувват тарқалишидан ҳам кўпайиб кетмаслиги керак.

А ишчи нуқта синфининг кучайтириш режимида ишчи нуқтани танлаш каскаднинг максимал чиқиш кучланиши катталиги фарқли аниқланади.

Каскадда олдиндан кучайтириш, қачонки сигнал амплитудаси кичик бўлганда, ишчи нуқта шундай танланадики, бу ҳолда транзисторнинг ва бутун кучайтириш параметрларининг исталган катталикларини олиш мумкин. Ишчи нуқта танлангандан сўнг, таъминлаш манбаларини алмаштириш ва резистор режимлари ёрдамида ҳақиқий схемага уни ўрнатиш лозим. Бундай ҳисобларни одатда аналитик равишда амалга ошириш мумкин. Умумий эмиттерли схемалар бўйича ишловчи транзистор каскадлари кенг тарқалганлиги учун қуйидаги эквивалент схемани оламиз (2-расм):



2-расм. Кучайтириш каскадини ҳисоблаш учун эквивалент схема.

Услубий жиҳатдан ҳамда натижаларни тўғри ҳал қилиш мақсадида кучайтириш каскадининг ҳисобини аналитик тенгламалар ёрдамида транзисторнинг кириш ва чиқиш тавсифномаларида график усуллари билан биргаликда олиб борилади. Ҳисоблашлар бир неча босқичда амалга оширилади:

1. Кучайтириш каскадини иш режимини доимий ток бўйича ҳисоблаш. Бу босқичда резисторларнинг тахминий қийматлари аниқланади ва h -параметрлар ҳисобланади. Доимий ток бўйича юклама тўғри чизиғи қурилади ва ишчи нуқта танланади.

2. Ишчи нуқтанинг стабиллигини таъминловчи элементларнинг қийматлари ҳисобланади.

3. Кучайтириш каскадининг иш режимини ўзгарувчан ток бўйича ҳисоблаш. Ўзгарувчан ток бўйича юклама тўғри чизиғи чизилади. Каскаднинг кириш ва чиқиш қисмидаги ток ва кучланиш амплитудаларининг ўзгариши аниқланади. Кучайтириш каскадидаги кучланиш ($K_{U.к.}$), ток кучи ($K_{I.к.}$) ва қувват ($K_{P.к.}$) бўйича кучайтириш коэффициентларини, шу билан биргаликда каскаднинг кириш ($R_{кирк.}$) ва чиқиш ($R_{чик.к.}$) қисмидаги резистор қаршиликлари аниқланади.

4. Каскаднинг частота тавсифномаси ҳисобланади. Схеманинг конденсатор сўғими ва кучатирилаётган майдоннинг $f_{юкори}$ - юкори чегаравий частотаси аниқланади.

5. Шовқин коэффициентлари ва шовқиннинг чегаравий частотаси ҳисобланади.

Ҳ И С О Б Л А Ш

I. Доимий ток иш режимида ҳисоблаш

R_K - резистор қаршилигининг қийматини аниқлаймиз. Одатда R_K қуйидаги тенгсизликдан аниқланади:

$$K_R \geq 1 + \frac{R_{юк}}{R_K}$$

бу ерда K_R - R_K резистор қаршилиги ва $R_{юк}$ - юклама қаршиликларининг боғлиқлигини ҳисобга олувчи коэффициент;

$K_R = (1,2 - 1,5)$ – паст юкламалар учун ($R_{юк} \leq 1 \text{ кОм}$),

$K_R = (1,5 - 5,0)$ – юқори юкламалар учун ($R_{юк} > 1 \text{ кОм}$),

$R_{юк} = 0,15 \text{ кОм}$ бўлганлиги учун, юқоридаги тенгликдан $K_R = 1,5$ деб оламиз.

$$K_R \geq 1 + \frac{R_{юк}}{R_K} \Rightarrow K_R - 1 \geq \frac{R_{юк}}{R_K} \Rightarrow R_K \geq \frac{R_{юк}}{K_R - 1} = \frac{0,15}{1,5 - 1,0} = \frac{0,15}{0,5} = 0,3 \text{ кОм}$$

$$R_K = 0,3 \text{ кОм}$$

Резистор қаршилиги қийматини аниқлаймиз. R_{γ} ни қуйидаги шарт асосида аниқланади:

$$R_{\gamma} = (0,1 - 0,5) R_K$$

R_{γ} нинг қиймати қанчалик катта бўлса, доимий ток бўйича манфий қайта боғланиш (қ.б) шунча чуқур бўлади ва бинобарин, схеманинг иссиқлик бўйича стабиллиги шунча яхши бўлади.

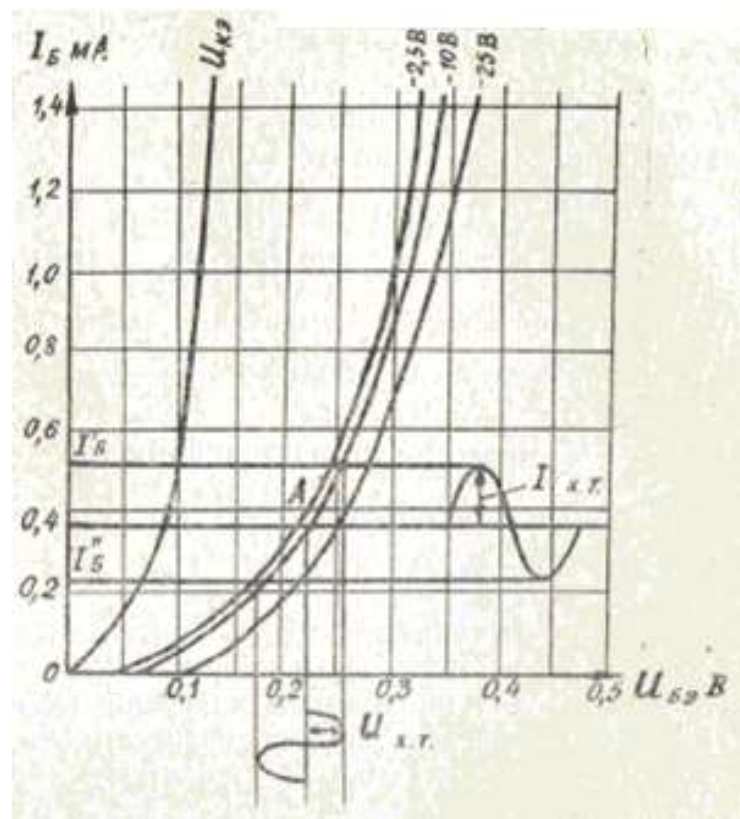
Коллектор токининг нисбий четга чиқиши ҳароратнинг $\pm 40^{\circ}\text{К}$ белгиланган оралиғида унча катта бўлмаслигини ҳисобга олиб, қуйидагига эга бўламиз.

$$R_{\gamma} = 0,5 \cdot R_K = 0,5 \cdot 0,3 = 0,15 \text{ кОм}.$$

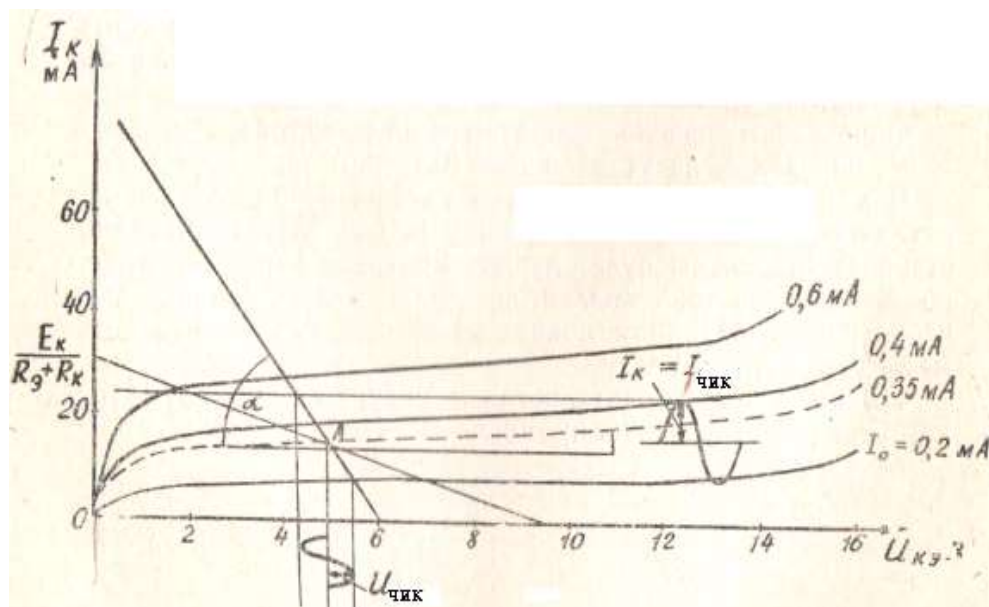
3- расмдаги чиқиш тавсифномаларидан иккита нукта бўйича юклама тўғри чизиғини кураимиз.

1-инчи нуқта - $I_k=0$; $U_{кэ} = E_k = 10 \text{ В}$.

2 – нчи нуқта - $I_k = \frac{E_k}{R_g + R_k}$; $U_{эв} = 0$; $I_k = \frac{10}{0,15 + 0,3} = \frac{10}{0,45} = 22,2 \text{ мА}$;



а)



б)

3-расм. Биполяр транзисторнинг ВАТси:

а) кириш; б) чиқиш тавсифномалари

А синфи режим учун ишчи нуқтани шундай танлаш керакки, бу нуқтанинг чегаравий четга чиқиши вольт-ампер тавсифномасининг (ВАХ) узилган ёки нозикли майдонига тушмаслиги лозим. Шунинг учун иш нуқтасини юклама тўғри чизигининг ўртасидан танлаймиз.

$$U_{кэ} = 5 \text{ В}; \quad I_k = 15 \text{ мА}$$

Транзистор коллекторидаги тарқалиш қувватини (P_k) аниқлаймиз:

$$P_k = U_{кэ} \cdot I_k = 5 \cdot 15 = 75 \cdot 10^{-3} \text{ Вт}$$

Шундай қилиб, коллектордаги қувват тарқалиши бўйича иш тартиби рухсат этилади.

Ишчи нуқтада база токини аниқлаймиз:

$$I_b = 300 \text{ мкА} - \text{чиқиш тавсифномасига кўра.}$$

$U_{кэ}=5\text{В}$, $I_b=300 \text{ мкА}$ бўлганлиги туфайли, кириш тавсифномасида ишчи нуқтани аниқлаймиз. Ишчи нуқта майдонида кириш ва чиқиш тавсифномалари бўйича характеристик учбурчаклар ёрдамида h_3 — параметрлари қийматлари аниқланади (3 – расмга қаранг).

3 – расмда етарли бўлмаган тавсифномалар пунктер чизиклар билан қўлда чизилади. База тоқлар қийматлари ва коллектордаги кучланишнинг кириш ва чиқиш тавсифномаларидаги етишмаган қийматлари чап ва ўнг юқори ва пастки қўшни тавсифномаларнинг ўрта қийматлари орқали берилади.

Натижада транзисторнинг умумий эмиттер схемаси бўйича ишлатилгандаги иш нуқтасининг h_3 – параметрлари қийматлари келиб чиқади.

h_{113} – транзисторнинг кириш қаршилиги

$$h_{113} = \frac{\Delta U_{бэ}}{\Delta I_b} = \frac{0,22 - 0,2}{0,4 - 0,24} = \frac{0,02}{0,16} = 0,125 \text{ кОм} \quad U_{кэ} = \text{const}$$

h_{123} – транзисторнинг кучланиш бўйича қайта боғланиш коэффиценти

$$h_{123} = \frac{\Delta U_{бэ}}{\Delta I_b} = \frac{0,22 - 0,2}{0,4 - 0,24} = \frac{0,02}{22,5} = 0,0008 \quad I_b = \text{const}$$

h_{223} – транзисторнинг чиқиш ўтказувчанлиги

$$h_{22\text{э}} = \frac{\Delta I_{\text{л}}}{\Delta U_{\text{кэ}}} = \frac{23 - 10}{12,5 - 0,5} = \frac{13}{12} = 1,08 \text{ мОм} \quad I_{\text{б}} = \text{const}$$

$h_{22\text{э}}$ – транзистор токининг узатиш коэффициентини

$$h_{21\text{э}} = \frac{\Delta I_{\text{л}}}{\Delta I_{\text{б}}} = \frac{23 - 10}{0,6 - 0,4} = \frac{13}{0,2} = 65 \quad U_{\text{кэ}} = \text{const}$$

T – симон эквивалент схема параметрларини берилган $h_{\text{э}}$ параметрлари бўйича жавдал ёрдамида амалга оширамиз (1-жадвал илова қилинади).

$r_{\text{к}}$ – коллектор ўтиш қаршилиги;

$r_{\text{э}}$ – эмиттернинг ўтиш қаршилиги;

$r_{\text{б}}$ – база қаршилиги; дрейф транзистори учун $r_{\text{б}} = r'_{\text{б}}$, яъни бу катталиқ базанинг тарқалиш қаршилиги.

2 – илова тенгламалари асосида:

$$r_{\text{к}} = \frac{h_{21\text{э}} + 1}{h_{22\text{э}}} = \frac{65 + 1}{1,08 \cdot 10^{-3}} = 6111,1 = 0,61 \cdot 10^5 \text{ Ом}$$

$$r_{\text{э}} = \frac{h_{12\text{э}} + 1}{h_{22\text{э}}} = \frac{0,0008}{1,08 \cdot 10^{-3}} = 0,74 \text{ Ом}$$

$$r_{\text{б}} = r'_{\text{б}} = h_{11\text{э}} - \frac{h_{12\text{э}}(1 + h_{21\text{э}})}{h_{22\text{э}}} = 125 - \frac{0,83 \cdot 10^{-3}(1 + 65)}{1,08 \cdot 10^{-3}} = 125 - 48,86 = 76,2 \text{ Ом}$$

$r_{\text{б}}$ қаршилигини намунавий (типик) режим учун $C_{\text{к}}$ коллектор ўтиш сиғими ва қайта боғланиш занжирининг вақт доимийси $\tau_{\text{к}}$ қийматлари орқали аниқлаш мумкин.

$$\tau_{\text{к}} = c_{\text{к}} \cdot r_{\text{б}}$$

1 – иловада берилган маълумотлар асосида $\tau_{\text{к}} = 400 \text{ пс} = 400 \cdot 10^{-12} \text{ с}$ ва $C_{\text{к}} = 8 \text{ пФ} = 8 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}$ га эга бўламиз.

Бу қийматларни $r_{\text{б}}$ ни аниқлаш формуласига қўйиб қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$r_{\text{б}} = \frac{\tau_{\text{к}}}{c_{\text{к}}} = \frac{400}{8} = 50 \text{ Ом}$$

Ҳар икки ҳолатда ҳам r_{δ} нинг қийматлари бир-биридан кам фарқ қилади, бу эса h_{δ} – параметрларини олинган қийматларини тўғрилигини кўрсатади.

Қолган катталикларни аниқлаш мезони сифатида ишчи нуқтани стабиллигини таъминлаш талаб қилинади. Маълумки, транзисторнинг махсус хусусиятларидан бири унинг параметрлари ҳарорат ва иш режимларига боғлиқлигидир. Иш нуқтасининг ҳар қандай ΔI_k ва $\Delta U_{ka} = \Delta I_{ka} \cdot R_k$ катталикларига силжиши транзисторнинг дифференциал параметрларини ўзгаришига олиб келади. Агар A нуқтасининг силжиши ҳарорат ўзгариши билан боғлиқ бўлса, параметрларнинг ҳароратга қия боғлиқлиги ҳосил бўлади. ΔI_{ka} ва U_{ka} параметрларининг катта силжиши сезиларли нозичли хатоликларга ва ҳаттоки сигнални қисман ёки тўлиқ четга чиқиб кетишга олиб келади.

Транзисторнинг ишчи токи қиймати, яъни ишчи нуқтасининг стабиллигига қуйидаги асосий катталиклар таъсир қилади: I_{ko} – иссиқлик токи, эмиттер ўтишидаги кучланиш ва токнинг интеграл узатиш коэффициенти β . Бу катталикларнинг барчаси транзистор иш режими ва ҳароратга боғлиқ.

Коллектор токи тўлиқ орттирмасининг режим катталиклари ўзгаришига боғлиқлигини кўриб чиқамиз.

$$\Delta I_k = \Delta I_{\delta} \cdot \beta + (1 + \beta) \cdot \Delta I_{ko} + \Delta \beta (I_{ko} + I_{\delta})$$

бу ифодага ΔI_{δ} база токи орттирмасини қўямиз. База токининг ўзгариши кучланиш ўзгариши ҳамда база занжирида коллектор орттирмасининг тарқалиши билан боғлиқ.

$$\Delta I_{\delta} = \frac{\Delta U_{\delta}}{R_{\delta}} - \frac{R_{\delta}}{R_{\delta}} \cdot \Delta I_k$$

бунда R_{δ} – эмиттер ва база орасидаги занжир қаршилиги.

$$\gamma_{\delta} = \frac{R_{\delta}}{R_{\delta} + R_{\delta}} - \text{токнинг тарқалиш коэффициенти, бу катталик коллектор}$$

токининг қанча қисми база занжирида тарқалаётганлигини кўрсатади. ΔI_k ифодасига ΔI_{δ} ни қўямиз ва бундан унинг режими нисбийдир. Демак:

$$\Delta I_k = \frac{\beta}{1 + \beta \gamma_{\delta}} \left[\frac{\Delta I_{ko}}{\alpha} - \frac{\Delta U_{\delta\delta}}{R_{\delta\delta}} + (I_{\delta} + I_{ko}) \cdot \frac{\Delta \beta}{\beta} \right]$$

бунда β – УЭ схемаси бўйича транзисторнинг кучайтириш коэффициенти;

α – УБ схемаси бўйича транзисторнинг кучайтириш коэффициенти.

$$\alpha = \frac{h_{21\delta}}{1 + h_{21\delta}} = \frac{\beta}{1 + \beta}; \quad \beta = h_{21\delta}$$

$$I_{\delta} + I_{ko} = \frac{I_{\delta}}{1 + \beta} \quad - \quad \text{эканлиги ҳисобга олинса тўлиқ орттирма қуйидагича}$$

ёзилиши мумкин:

$$\Delta I_k = \frac{\beta}{1 + h_{21\delta}} \left(\frac{\Delta I_{ko}}{\alpha} - \frac{\Delta U_{\delta\delta}}{R_{\delta\delta}} + \frac{I_{\delta}}{1 + \beta} \cdot \frac{\Delta \beta}{\beta} \right)$$

Қавсдан ташқарига чиқарилган ифода ностабиллик коэффициенти деб юритилади:

$$S = \frac{\beta}{1 + \beta \gamma_{\delta}}$$

Ифодадан кўринадик, S катталиги умумий ҳамда транзисторнинг иш режими ва ҳароратга боғлиқ эмас, R_{δ} ва $R_{\delta\delta}$ режим резисторлари катталикларининг муносабати орқали аниқланади:

$$\gamma_{\delta} = \frac{R_{\delta}}{R_{\delta} + R_{\delta\delta}}$$

γ_{δ} – катталигининг 0 дан ($R_{\delta}=\infty$, $R_{\delta\delta}\neq\infty$) 1 гача ($R_{\delta}=\infty$, $R_{\delta\delta}\neq\infty$) ўзгартирилса S ностабиллик коэффициенти $S_{min}=\alpha$; $S_{max}=\beta$ оралиқда ўзгаради. Демак, максимал стабиллик қийматига эришиш учун $\gamma_{\delta}\approx 1$ шarti бажарилишига эришиш ёки $R_{\delta}\gg R_{\delta\delta}$ тенгсизлик бажарилиши ҳар доим ҳам мақсадга мувофиқ бўлмайди.

Шу вақтгача, биз ΔI_{ko} , $\Delta U_{\delta\delta}$, $\Delta \beta$ катталикларини қандай шартларга биноан қабул қилинганини белгиламай, умумий ҳолда кўрсатган эдик. Амалда, ΔI_{ko} ва $\Delta U_{\delta\delta}$ катталикларини қабул қилишда фақат ҳароратга боғлиқ бўлган ҳолдаги қийматларини олиш мумкин:

$$\Delta I_{ko} = I_{ko}^0 2^{\frac{T-T_0}{10}} - I_{ko}^0 \quad \text{германийли транзистори учун}$$

$\Delta I_{ko}^0 = I_k 2^{\frac{T-T_0}{5}} - I_{ko}^0$ кремнийли транзистори учун.

I_{ko}^0 – бу T_0 °K ҳароратида коллектор ўтишидаги тескари ток.

Масалан, агар германийли транзисторда $I_{ko}^0 = 2 \text{ мкА}$ бўлса, $T_0 = 293^0 \text{ К}$, $T = 333^0 \text{ К}$ (60^0 C) ҳароратда

$$\Delta I_{ko} = 2 \cdot 2^{\frac{333 - 293}{10}} - 2 = 32 - 2 = 30 \text{ мкА}$$

Эмиттер-база ўтишида кучланиш ўзгариши

$$\Delta U_{эб} = \gamma_t \cdot \Delta T,$$

бу ерда γ_t – база кучланишининг иссиқлик силжиши коэффициенти. Умумий ҳолда γ_t базадаги берилган силжиш ва ҳароратга боғлиқ, лекин ҳисоблашларни энгиллаштириш мақсадида γ_t ҳароратга боғлиқ эмас, деб қабул қилинади ва унинг ўртача қийматидан фойдаланилади $\gamma_t = -2,3 \text{ мВ/град}$.

Бу ҳолда $U_{эб}$ кучланиш ўзгариши ҳарорат ўзгариши билан чизикли боғланишга эга. β интеграл кучайтириш коэффициенти ҳам ҳароратга боғлиқ. β коэффициентининг ҳароратга боғлиқ тавсифномалари иловада келтирилган.

Коллектор токи катталигининг рухсат этилган қийматдан четга чиқиши ва ΔI_t ифодасига $R_э$, $R_б$ қийматларининг киришини ҳисобга олиб, ушбу катталиклардан бирини маълум деб қабул қиламиз ва бошқасини аниқлаймиз. Масалан, $R_б$ катталиги маълум деб олинса, $R_э$ қиймати топилади, бу ҳолда $\Delta I_k < \Delta I_{к.рух.эм}$.

$$R_э \geq \frac{\alpha (\Delta I_{к.рух.эм} \cdot R_б - \Delta U_{эб})}{\Delta I_{к.рух.эм} - \left(\Delta I_{ko} + \frac{I_э \cdot \Delta \beta}{(1 + \beta)^2} \right)} - R_б$$

Бу ҳолда агар $R_э$ қиймати маълум деб ҳисобланса, $R_б$ қиймати қуйидаги ифода орқали аниқланиши мумкин:

$$R_б \leq \frac{\beta (\Delta I_{к.рух.эм} \cdot R_э + \Delta U_{эб})}{(1 + \beta) \cdot \left[\Delta I_{ko} + \frac{I_э \Delta \beta}{(1 + \beta)^2} \right]} - R_э$$

Эмиттер ўтишидаги кучланиш орттирмаси қуйидагича аниқланади:

$$\Delta U_{\theta_3} = \gamma_t \cdot \Delta T = -2,3 \cdot 80 = -184 \text{ мВ.}$$

Коллектор қайтиш токи орттирмасини Кельвин бўйича ҳароратларда аниқлаймиз:

$$\Delta I_{ko} = I_{ko} \left(T_0^0 \text{ К} \right) \cdot \left\{ 2 \frac{T_2^0 \text{ К} - T_0^0 \text{ К}}{10} + 2 \frac{T_1^0 \text{ К} - T_0^0 \text{ К}}{10} - 1 \right\} =$$

$$5 \cdot \left\{ 2 \frac{313 - 293}{10} + 2 \frac{233 - 293}{10} - 1 \right\} = 5 \cdot \left(2,83 + 5,5 \cdot 10^{-3} - 1 \right) = 14,1 \text{ мкА}$$

Ток бўйича кучайтириш коэффиценти орттирмасини аниқлаймиз. 2-иловадаги графиклардан (5-расм) ҳарорат ораликлар бўйича олинади.

Минимал ҳарорат бўйича

$$\frac{h_{21, \gamma}(T_1)}{h_{21, \gamma}(T_0)} = 0,55; \quad h_{21, \gamma}(T_1) = 0,55 \cdot h_{21, \gamma}(T_0) = 0,55 \cdot 65 = 35,75$$

Максимал ҳарорат бўйича

$$\frac{h_{21, \gamma}(T_2)}{h_{21, \gamma}(T_0)} = 1,2; \quad h_{21, \gamma}(T_2) = h_{21, \gamma}(T_0) \cdot 1,2 = 1,2 \cdot 65 = 78; \quad \Delta \beta = \Delta h_{21, \gamma}$$

$$\Delta h_{21, \gamma} = 78 - 35,75 = 42,25$$

Коллектор токининг рухсат этилган қийматидан келиб чиқиб, R_{θ} резистори қаршилиги қийматини аниқлаймиз

$$R_{\theta} \leq \frac{65(4,5 \cdot 0,15 + 0,184)}{(1 + 65) \cdot \left[0,014 + \frac{15,3 \cdot 42,25}{(1 + 65)^2} \right]} - 0,15 = \frac{55,835}{10,718} - 0,15 = 5,21 - 0,15 = 5,06 \text{ кОм}$$

$$I_{\gamma} = I_{\gamma} + I_{\theta} = 15 + 0,5 = 15,5 \text{ мА}$$

$$R_{\theta} = 5,1 \text{ кОм}$$

$R_{\theta 1}$ ва $R_{\theta 2}$ резистор қаршиликларини аниқлаймиз:

$$R_{\theta 1} = \frac{E_{\kappa} \cdot R_{\theta}}{I_{\gamma} \cdot R_{\gamma}} = \frac{10 \cdot 5,1}{15,3 \cdot 10^{-3} \cdot 0,15} = \frac{51}{0,002295} = 22,2 \text{ кОм}$$

$$R_{\sigma 1} = \frac{1}{\frac{1}{R_{\sigma}} - \frac{1}{R_{\sigma 1}}} = \frac{1}{\frac{1}{5,1} - \frac{1}{22,2}} = \frac{1}{0,151} = 6,6 \text{ кОм}$$

II. Ўзгарувчан ток бўйича кучайтириш каскадини иш режимини ҳисоблаш

Ҳисоблаш асоси сифатида ўрта частотали кучайтириш каскадини эквивалент схемасини оламиз.

1. Ҳисоблашнинг график варианты

Ўзгарувчан ток бўйича юклама тўғри чизиғини чизамиз. Олинган эквивалент схемага кўра кучайтириш каскадининг юклама қаршилиги сифатида $R'_{\text{юк}}$ эквивалент қаршиликни олиш мумкин:

$$R'_{\text{юк}} = R_r \parallel R_{\text{юк}} = \frac{R_r \cdot R_{\text{юк}}}{R_r + R_{\text{юк}}} = \frac{0,3 \cdot 0,15}{0,3 + 0,15} = \frac{0,045}{0,45} = 0,1 \text{ кОм} = 100 \text{ Ом}$$

3- расмдаги А нуқтадан α бурчак остида юклама тўғри чизиғини ўтказамиз

$$\alpha = \arctg \frac{1}{R'_{\text{юк}} \cdot K_M} = \arctg \frac{1}{0,1 \cdot 10} = 45^\circ$$

I_k ва $U_{\text{кэ}}$ масштабларини тенглаштириш учун махраждаги tg белгиси остидаги коэффициентни $K_M=10$ га тенг деб оламиз.

$$K_M = \frac{m_{I_k}}{m_{U_{\text{кэ}}}} = 10$$

Каскаднинг кириш қаршилигини $R_{\text{к.кир}}$ аниқлаймиз

$$R_{\text{к.кир}} = R_{\sigma} \parallel R_{\text{т.кир}} = \frac{R_{\sigma} \cdot R_{\text{т.кир}}}{R_{\sigma} + R_{\text{т.кир}}} = \frac{5,1 \cdot 0,125}{5,1 + 0,125} = 0,16 \text{ кОм}$$

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

$$R_{\text{т.кир}} = h_{11\vartheta} = 0,125 \text{ кОм}$$

Кучайтириш каскадига келувчи кириш токи амплитудасини аниқлаймиз

$I_{\text{к.кир}}$:

$$I_{\kappa. \kappa \text{ир}} = \frac{U_{\kappa. \kappa \text{ир}}}{R_{\Gamma} + R_{\text{т.} \kappa \text{ир}}} = \frac{0,55}{1 + 0,125} = 0,48 \text{ мА}$$

Транзисторнинг киришидаги сигнал, кучланишнинг амплитуда қийматини аниқлаймиз

$$U_{\text{т.} \kappa \text{ир}} = I_{\kappa. \kappa \text{ир}} \cdot R_{\kappa. \kappa \text{ир}} = 0,48 \cdot 190 = 91,2 \text{ мВ}$$

3 – расмдаги кириш тавсифномаларига А нуқтага нисбатан $U_{\text{т.} \kappa \text{ир}}$ ўзгарувчан кучланиш катталигини қўямиз. $U_{\text{т.} \kappa \text{ир}}$ ни чекка ўлчамлари бўйича кириш тавсифномасида $U_{\kappa}=5 \text{ В}$ учун транзистор кириш токининг амплитуда қийматини аниқлаймиз.

$$I_{\text{т.} \kappa \text{ир}} = 0,2 \text{ мА}$$

База токини чекка қийматларини чиқиш тавсифномасидан аниқлаймиз.

У бўйича юкламадаги сигнал амплитудасини аниқлаймиз, яъни каскаднинг чиқишда $U_{\kappa. \text{чик}}=3\text{В}$ бўлгандаги қийматда

$$R_{\text{т.} \text{чик}} = \frac{1}{h_{22 \text{ э}}} = \frac{1}{1,08 \cdot 10^{-3}} = 925,9 \text{ Ом} = 0,9 \text{ кОм}$$

Каскаднинг чиқиш қаршилигини аниқлаймиз:

$$R_{\kappa. \text{чик}} = R_{\kappa} \parallel R_{\text{т.} \text{чик}} = \frac{R_{\kappa} \cdot R_{\text{т.} \text{чик}}}{R_{\kappa} + R_{\text{т.} \text{чик}}} = \frac{0,3 \cdot 0,9}{0,3 + 0,9} = \frac{0,27}{1,2} = 0,225 \text{ кОм}$$

Кучланиш бўйича кучайтириш коэффициентини $K_{U_{\kappa}}$ аниқлаймиз

$$K_{U_{\kappa}} = \frac{U_{\kappa. \text{чик}}}{U_{\text{т.} \kappa \text{ир}}} = \frac{3}{0,0912} = 32,9$$

Узатиш коэффициентини $K'_{U_{\kappa}}$ аниқлаймиз

$$K'_{U_{\kappa}} = \frac{U_{\kappa. \text{чик}}}{U_{\kappa. \kappa \text{ир}}} = \frac{3}{0,55} = 5,45$$

Ток бўйича кучайтириш коэффициенти $K'_{I_{\kappa}}$ аниқлаймиз

$$K_{I_{\kappa}} = \frac{I_{\text{т.} \text{чик}}}{I_{\text{т.} \kappa \text{ир}}} = \frac{6}{0,14} = 42,9$$

Узатиш коэффициенти $K'_{I_{\kappa}}$ аниқлаймиз.

$$K_{I_k} = \frac{I_{m.чик}}{I_{к.кир}} = \frac{6}{0,48} = 12,5$$

Ўувват бўйича кучайтириш коэффициентини аниқлаймиз:

$$K_{P_k} = K_{I_k} \cdot K_{U_k} = 32,9 \cdot 42,9 = 1411,41$$

2. Ҳисоблашнинг аналитик варианты.

$$R_{m.кир} = r_{\delta} + r_{\vartheta} (h_{21\vartheta} + 1) = 76,2 + 0,74 (65 + 1) = 76,2 + 48,84 = 125,04 \text{ Ом.}$$

$$\gamma = \frac{R_{\delta}}{R + R_{m.кир}} \quad - \quad \text{база занжиридаги эквивалент қаршилиги } R_{\delta} \text{ ва}$$

транзисторнинг кириш қаршилиги ўртасида ток тақсимланиш коэффициенти.

$$\gamma_1 = \frac{R_{\delta}}{R_{\delta} + R_{m.кир}} = \frac{5,06}{5,06 + 0,125} = \frac{5,06}{5,185} = 0,97 \approx 1$$

$$\gamma_1 = \frac{R_k \parallel R_{m.чик}}{R_n + R_k \parallel R_{m.чик}} = \frac{\frac{R_k \cdot R_{m.чик}}{R_k + R_{m.чик}}}{R_n + \frac{R_k \cdot R_{m.чик}}{R_k + R_{m.чик}}} = \frac{\frac{0,3 \cdot 0,9}{0,3 + 0,9}}{0,15 + \frac{0,3 \cdot 0,9}{0,3 + 0,9}} = \frac{0,225}{0,15 + 0,225} = \frac{0,225}{0,375} = 0,6$$

γ_2 – транзисторни чиқиш қаршилиги ва юклама ўртасида ток тақсимланиш коэффициенти.

$$K''_{Ik} = h_{21\vartheta} \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2 = 65 \cdot 0,97 \cdot 0,6 = 37,83$$

$$K''_{Uk} = h_{21\vartheta} \cdot \frac{R'_{юк}}{R_{m.кир}} = 65 \cdot \frac{0,1}{0,125} = 52,0$$

Турли ҳисоблаш вариантлари асосидаги катталик қийматларини таққослаб қуйидагича хуласага келиш мумкин, график йўл билан ҳисоблашдаги хатоликлар катта эмас, тахминан 27% га тенг.

Боғловчи сиғимни кучланиш бўйича кучайтириш коэффициентига таъсирини кўриб чиқамиз.

Аввал $C2 = C3 = \infty$ деб олиб $C1$ ни аҳамиятини кўриб чиқамиз.

Сонли таҳлил учун R_c га конденсатор қаршилигини қўшиш керак $\frac{1}{\omega - C1}$,

шунда

$$K_u(\omega) = K_{uo} \cdot \frac{j\omega \cdot c1 \cdot (R_c + R_{к.кир})}{1 + j\omega \cdot c1 \cdot (R_c + R_{к.кир})}$$

Оддий ўзгаришлардан кейин

$$K_u(\omega) = K_{uo} \cdot \frac{j\omega \cdot \tau_{n1}}{1 + j\omega \cdot \tau_{n1}}$$

бунда

$$\tau_{n1} = CI(R_z + R_{k.kup});$$

K_{uo} – ўрта частота чегараси учун кучланиш бўйича кучайтириш коэффициенти.

C9 блокировкаловчи сиғимни таъсирини таҳлил қилиш учун ўрта частота учун K_u тенглиги қўлланилади, унда r_z қаршилигига C3 конденсатор қаршилиги қўшилади.

Шундан сўнг K_u тенглама қуйидаги кўринишда бўлади:

$$K_u(j\omega) = K_{uo} \cdot \frac{j\omega \cdot \tau_{n1}}{1 + j\omega \cdot \tau_{n1}}$$

бунда $\tau_{n3} = C2 \cdot (R_k + R_n)$.

Частота сиқилиш (камайиш) коэффициенти қуйидаги нисбат бўйича аниқланади

$$M_n = \frac{K_{U_n}}{K_{U_0}},$$

бунда K_{U_n} – ω_n га тенг бўлгани учун кучланиш бўйича кучайтириш коэффициенти. Частота кичрайишини берилган катталигини таъминлаш учун қуйидаги шарт бажарилиши керак:

$$K_{U_n} \geq M_n K_{U_0}$$

Ҳар бир сиғим таъсирини ҳисобга олиш қуйидаги тенгликдан кўринади:

$$M_n = M_{n1} M_{n2} M_{n3}.$$

Ҳар бир сиғимда кичрайиш сатҳини тақсимланишини бериб, f_n частотани пастки чегарасида вақт доимийсини керакли қийматидан уларнинг қийматини топиш мумкин.

$$\tau \geq \frac{1}{\omega_n} \cdot \sqrt{\frac{1}{M_n^2} - 1}.$$

Масалан, C2 учун

$$\tau \geq \frac{1}{2\pi f_n} \cdot \sqrt{\frac{1}{M_n^2 - 1}}, \quad \text{унда } \tau_{\text{н}} = (R_k + R_n) \cdot C_2$$

$$C_2 \geq \frac{1}{2\pi f_n (R_k + R_n)} \cdot \sqrt{\frac{1}{M_n^2 - 1}}.$$

III. Кучайтирилаётган катталиқ учун частотанинг юқори қийматини ҳисоблаш

Ҳисоблаш учун юқори частота кучайтириш каскадини эквивалент схемасини асос қилиб оламиз. Юқори частотали УЭли транзисторнинг коллектор токини ўсиш вақт доимийсини аниқлаймиз.

$$\tau_{y\bar{y}} = \tau_k + h_{21\bar{y}} R'_{юк} C_k$$

бунда τ_k – рухсат этилган частотада қайта боғланиш занжирини вақт доимийси, ГТ 308 транзистори учун $\tau_k = 400 \text{ Пс}$.

$R'_{юк}$ – юкламанинг эквивалент қаршилиги.

Аниқланган катталиқларни $\tau_{y\bar{y}}$ га қўйиб, қуйидагини оламиз:

$$\tau_{y\bar{y}} = 400 \cdot 10^{-12} + 65 \cdot 100 \cdot 8 \cdot 10^{-12} = 5,24 \cdot 10^{-8} \text{ с}$$

$\gamma_{\bar{o}}$ база занжирига тармоқланувчи коллектор токи қийматини аниқловчи манфий қайта боғланиш коэффициентини аниқлаймиз:

$$\gamma_{\bar{o}} = \frac{r_o}{r_o + r_{\bar{o}} + R'_e}; \quad R'_e = R'_e \parallel R_{\bar{o}} = \frac{R'_e \cdot R_{\bar{o}}}{R'_e + R_{\bar{o}}} = \frac{1 \cdot 5,06}{1 + 5,06} = 0,83 \text{ кОм}$$

$$\gamma_{\bar{o}} = \frac{r_o}{r_o + r_{\bar{o}} + R'_e} = \frac{0,74}{0,74 + 76,2 + 830} = \frac{0,74}{906,94} = 8,1 \cdot 10^{-4}.$$

Частотанинг юқори чегарасини аниқлаймиз $f_{юк}$.

$$\omega_{юк} = \frac{1 + h_{21\bar{y}} \cdot \gamma_{\bar{o}}}{\tau_{y\bar{y}}} \cdot \sqrt{\frac{1}{M_{юк}^2 - 1}} = \frac{1 + 65 \cdot 8,1 \cdot 10^{-4}}{5,24 \cdot 10^{-8}} \cdot \sqrt{\left(\frac{1}{0,7}\right)^2 - 1} = \frac{1,05265}{0,000524} \cdot 0,98 = 19,7 \cdot 10^6 \text{ 1/с}$$

$$f_{юк} = \frac{\omega_{юк}}{2\pi} = \frac{19,7 \cdot 10^6}{6,28} \approx 3,1 \cdot 10^6 \text{ Гц}$$

IV. Кучайтиргични шовқин катталиқларини ҳисоблаш

Нормал ҳароратда ўрта частотадаги шовкин коэффиценти аниқлаймиз.

$$K_{\omega} = 1 + \frac{r_{\sigma}}{R_{\sigma}'} + \frac{1}{2 \cdot \varphi_m} \cdot \frac{(R_{\sigma}' + r_{\sigma})^2 \cdot (1 - h_{21\sigma}) \cdot I_{\sigma}}{R_{\sigma}'}$$

$$K_{\omega} = 1 + \frac{76,2}{830} + \frac{1}{2 \cdot 0,026} \cdot \frac{(830 + 76,2)^2 \cdot (1 - 0,08) \cdot 15,3 \cdot 10^{-3}}{830} =$$

$$= 1 + 0,092 + 19,2 \cdot 0,303 = 6,912$$

ГТ 308Б типигаги транзисторнинг электрик параметрлари (р-п-р):

Коллектор қайтиш токи - $I_{к.к} = 5 \text{ мкА}$;

Чегаравий юқори частотада қайта боғланиш занжиридаги вақт доимийси
 $\tau = 400 \text{ пс} = 400 \cdot 10^{-12} \text{ с}$.

Коллектордаги ўтиш сиғими $c = 8 \text{ пФ} = 8 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}$;

Коллектор эмиттер доимий кучланиши $U_{кэ} = 15 \text{ В}$;

Коллектор доимий токи , $I_k = 50 \text{ мА}$.

Коллектордаги доимий қувват тарқалиши, $P_k = 150 \text{ мВт}$.

Чегаравий частота, $f_{hэ} = 2,4 \text{ МГц}$.

МП 38Б типигаги транзисторнинг электрик параметрлари (п-р-п):

Коллекторнинг қайтиш токи - $I_{к.к} = 15 \text{ мкА}$;

Чегаравий юқори частотада қайта боғланиш занжиридаги вақт доимийси
 $\tau = 200 \text{ пс} = 200 \cdot 10^{-12} \text{ с}$.

Коллектордаги ўтиш сиғими $c = 60 \text{ пФ} = 60 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}$;

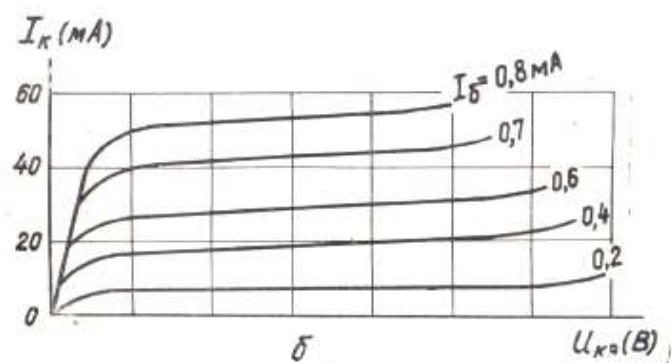
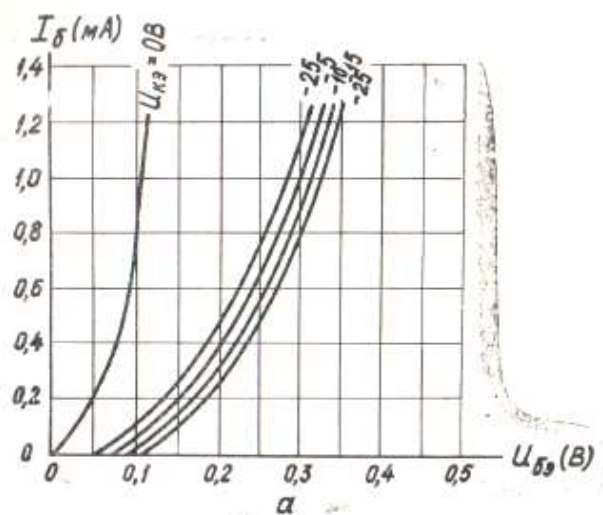
Коллектор база доимий кучланиши $U_{кб} = 15 \text{ В}$;

Коллектор доимий токи , $I_k = 20 \text{ мА}$.

Коллектордаги доимий қувват тарқалиши, $P_k = 150 \text{ мВт}$.

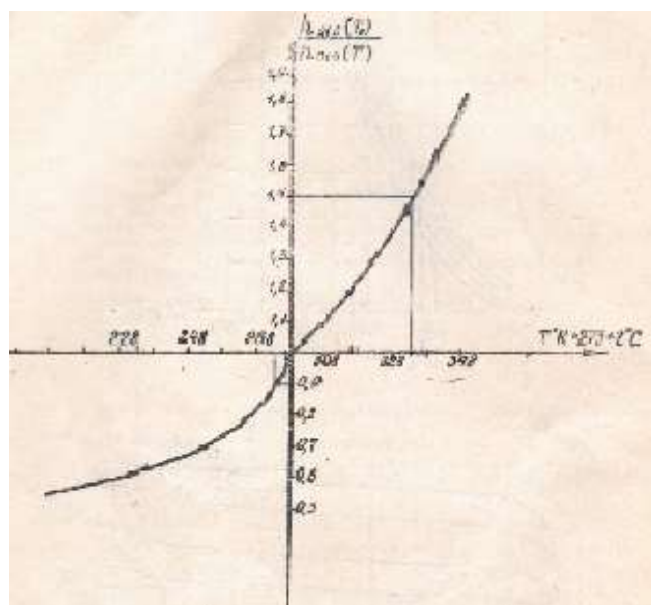
Чегаравий частота, $f_{hб} = 0,5 \text{ МГц}$.

$f_{hб}$ – токни узатиш коэффициенти, модули h_{210} ни 2 марта пасайишига
тўғри келадиган частота.



4-расм. Биполяр транзисторнинг ВАТси:

а) кириш; б) чиқиш тавсифномалари



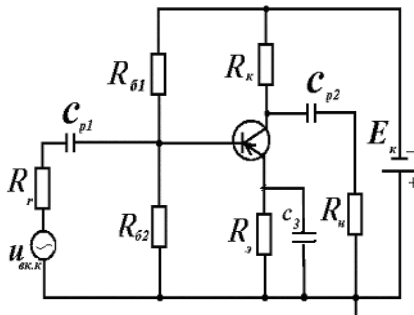
5-расм. Транзисторнинг ҳарорат тавсифномаси

Топширик вариантлари

Вариант	Ҳисоблаш учун берилганлар									
	$U_K, В$	$R_{Г}, кОМ$	$R_{ЮК}, кОМ$	$f_H, Гц$	$M_H, МВ$	$T^0 K_{мин}, ^0C$	$T^0 K_{макс}, ^0C$	$E_M, В$	$\Delta I_K / I_K$	Транзистор тури
1	0,5	1	0,095	300	0,7	-10	50	10	0,3	Майдон
2	0,6	1	0,09	400	0,75	-20	40	12	0,3	Биполяр
3	0,4	1	0,085	500	0,8	-30	30	10	0,3	Интеграл
4	0,3	1	0,08	200	0,85	-40	55	10	0,3	Майдон
5	0,7	1	0,075	100	0,7	-25	45	10	0,3	Биполяр
6	0,5	1	0,07	600	0,9	-15	35	10	0,3	Интеграл
7	0,4	1	0,06	300	0,75	- 5	35	10	0,3	Майдон
8	0,2	1	0,05	100	0,7	-5	50	10	0,3	Биполяр
9	0,25	1	0,055	500	0,9	-15	30	10	0,3	Майдон
10	0,5	1	0,06	200	0,8	-25	40	10	0,3	Интеграл
11	0,35	1	0,065	500	0,75	-35	35	10	0,3	Биполяр
12	0,4	1	0,07	300	0,8	-10	35	10	0,3	Интеграл
13	0,45	1	0,075	400	0,85	-15	50	10	0,3	Майдон
14	0,5	1	0,08	400	0,9	-20	45	10	0,3	Биполяр
15	0,55	1	0,085	200	0,7	-25	40	10	0,3	Интеграл
16	0,6	1	0,09	500	0,85	-35	50	10	0,3	Майдон
17	0,65	1	0,095	100	0,8	-30	35	10	0,3	Биполяр
18	0,7	1	0,07	600	0,9	-40	45	10	0,3	Майдон
19	0,75	1	0,15	300	0,7	-5	50	10	0,3	Интеграл
20	0,8	1	0,155	100	0,75	-10	35	10	0,3	Биполяр
21	0,75	1	0,2	200	0,8	-20	40	10	0,3	Майдон
22	0,7	1	0,255	500	0,85	-15	45	10	0,3	Интеграл
23	0,65	1	0,3	400	0,9	-25	50	10	0,3	Биполяр
24	0,6	1	0,35	300	0,85	-35	30	10	0,3	Биполяр
25	0,55	1	0,355	600	0,8	-40	35	10	0,3	Биполяр

Топширик

**Умумий эмиттер схемаси бўйича уланган кучайтириш каскадини
параметрларини ҳисоблаш.**



Умумий эмиттер схемасида уланган кучайтиргич каскадининг принципиал
электр схемаси.

**Берилган схема бўйича транзисторли кучайтиргич учун қуйидаги
параметрларни аниқлаш талаб этилади:**

1. R, C - элементларининг номинал қийматларини;
2. Иш нуқтасидаги h -параметрларини;
3. $R_{к.кир}$ - каскаднинг кириш қаршилигини;
4. $R_{к.чик}$ - каскаднинг чиқиш қаршилигини;
5. $K_{куч}$ - транзисторнинг кириш қисмидаги кучланиш сигнали бўйича узатиш коэффициентини;
6. $K'_{куч}$ - каскаднинг кириш қисмидаги кучланиш сигнали бўйича узатиш коэффициентини;
7. $K_{1к}$ - каскаднинг кириш токи сигнали бўйича транзистор базаси орқали узатиш коэффициентини;
8. $K'_{1к}$ - каскаднинг кириш токи бўйича узатиш коэффициентини;
9. $K_{Рк}$ - каскаднинг кириш қисмида сигнални қувват бўйича узатиш коэффициентини;
10. $f_{юкори}$ - частота кучайтирилувчи юзасининг чегаравий юкори қиймати;
11. $f_{ш}$ - шовкин бўйича чегаравий ишчи частота;
12. $K_{ш}$ - ўрта частоталардаги шовкин коэффициентини.

Вариант	Ҳисоблаш учун берилганлар									
	$U_{к}, В$	$R_{г}, кОм$	$R_{юк}, кОм$	$f_{н}, Гц$	$M_{н}, M_{в}$	$T^0 K_{мин}, ^0C$	$T^0 K_{макс}, ^0C$	$E_{м}, В$	$\Delta I_{к}/I_{к}$	Транзистор тури
1	0,5	1	0,095	300	0,7	-10	50	10	0,3	Майдон

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ҚИШЛОҚ ВА СУВ ХЎЖАЛИГИ
ВАЗИРЛИГИ**

ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ ИНСТИТУТИ

Кафедра: «Сув хўжалиги электротехникаси ва уни автоматлаштириш»

КУРС ИШИ

Бажарди: А ва Б йўналиши
_____ босқич _____ гуруҳ талабаси

Текиширди:

Курбанов Абдулла
Сидельников Виталий Михайлович
Пиримов Одил Жўраевич

Электроника ва МПТ фанидан
курс ишини бажариш учун

МЕТОДИК КЎРСАТМА

Муҳаррир:

М. Нуртоева

Д. Байзокова

Босишга рухсат этилди _____ 20__ й.

Қоғоз ўлчами 60x84 1/16

Нусха ҳажми _____ босма табақ, _____ нусха

Буюртма №

ТИМИ босмаҳонасида чоп этилди

Тошкент - 700000, Қори-Ниёзий кўчаси, 39-уй.