

8-Ma`ruza      UE sxemasi bo`yicha ulangan **bipolyar tranzistorda bir kaskadli** **kuchaytirgich.**

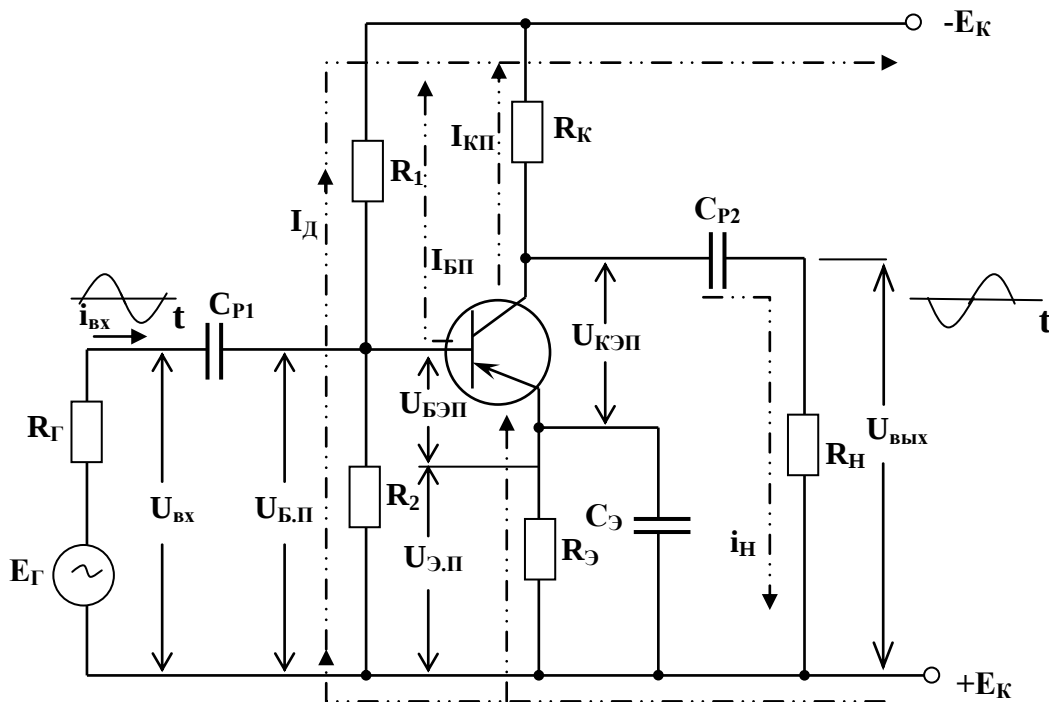
Reja:

1. Umumiy emitter sxemasi bo`yicha ulangan kuchaytirish kaskadining sxemasi.
2. Umumiy emitter sxemasi bo`yicha ulangan kuchaytirgich sxemasi elementlarining vazifalari.
3. O`zgarmas tok bo`yicha grafoanalitik usul yordamida kaskadni analiz qilish.
4. O`zgaruvchan tok bo`yicha grafoanalitik usul yordamida kaskadni analiz qilish.
5. Umumiy emitter sxemasidagi kuchaytirish kaskadining fizik parametrlari asosida (o`zgaruvchan tok va kuchlanish tashkil etuvchilari uchun) kichik va o`rta chastotalardagi ekvivalent sxemalari.

Kuchaytirgich kaskadining sxemasi 8.1-rasmda keltirilgan. Sxemaning asosiy elementlari bo`lib, ta`minlash manbai E_k , boshkaruvchi element-tranzistor T va rezistor R_k hisoblanadi. Bu elementlar kuchaytirish kaskadining asosiy zanjirini tashkil qilishadi. Kaskadning qolgan elementlari yordamchi vazifani bajaradi. S_{r1} , S_{r2} kondensatorlar ajratuvchi kondensatorlar hisoblanadi. Kondensator S_{r1} o`zgarmas tok bo`yicha kirish signali manbai zanjirini, kaskadning kirish zanjiri bilan parallel ulanishini oldini oladi, bu esa birinchidan o`zgarmas tokni  $E_k$ - $R_1$ - $R_r$  zanjiri buyicha kirish signali manbai orqali oqib o`tishini bartaraf etadi, ikkinchidan, tinch holat rejimida U_{bp} bazada E_g kuchlanish manbaining ichki karshiligi R_r dan ozod bo`lishini ta`minlaydi. S_{r2} kondensatorning funksiyasi, yuklama zanjiriga chiqish kuchlanishining o`zgaruvchan tashkil etuvchilarini o`tkazib, o`zgarmas tashkil etuvchilarini ushlab qolishdan iborat.

R_1 va R_2 rezistorlar kaskad uchun tinchlanish holat rejimini ta`minlaydi. Bipolyar tranzistorni tok bilan boshkarilishini hisobga olsak, boshkaruvchi elementning tinchlanish holati toki ( $I_{kr}$ ), tinchlanish holati uchun baza tokining berilishi bilan ta`minlanadi. R_1 rezistor I_{br} tokining o`tish zanjirini hosil qiladi,  $R_1$  va  $R_2$  rezistorlar birgalikda ta`minlash manbaining "+" qutbiga nisbatan bazada U_{bp} boshlangich kuchlanishini ta`minlaydilar.

R_e rezistor manfiy teskari bog`lanish elementi bo`lib, temperatura o`zgarganda kaskadning tinchlanish holatini stabillash uchun mo`ljallangan.



8.1 расм

Kondensator C_E o'zgaruvchan tok bo'yicha manfiy teskari bog'lanishni bartaraf etadi va o'z navbatida kuchaytirish ko'effisientining kamayishini oldini oladi.

Tranzistorning emitter qutbi o'zgaruvchan tok bo'yicha kirish hamda chiqish zanjirlari uchun umumiy bo'lganligi sababli, kuchaytirgich sxemasi «umumiy emitter» sxemasi deb yuritiladi.

Kaskadni o'zgarmas tok bo'yicha analiz qilish, grafik kurish va hisoblanuvchi munosabatlarga asoslangan grafo-analitik usul bilan amalga oshiriladi. Grafik kurish tranzistorning chiqish (kollektor) xarakteristikalarini yordamida amalga oshiriladi (8.2a.rasm). Usulning qulayligi shundaki, kaskadni hisoblayotganda boshlangich deb qabul kilingan, kaskadni tinchlanish holati rejimi parametrlarining (U_{KEP} va I_{KP})

o'zgaruvchan tashkil etuvchilari amplitudalari bilan (chiqish kuchlanishi U_{vixm} va I_{km} toki) bog'likligi yaqqol ko'rinadi va topiladi.

Chiqish xarakteristikalarida (8.2arasm) o'zgarmas tok bo'yicha yuklama chizig'i (a-b) quyidagi tenglama bo'yicha o'tkaziladi.

$$U_{kep} = E_k - I_{kp} \cdot R_k - I_{ep} \cdot R_e - E_k - I_{kp} \cdot R_k - (I_{kp}/2) \cdot R_e$$

bu erdan,

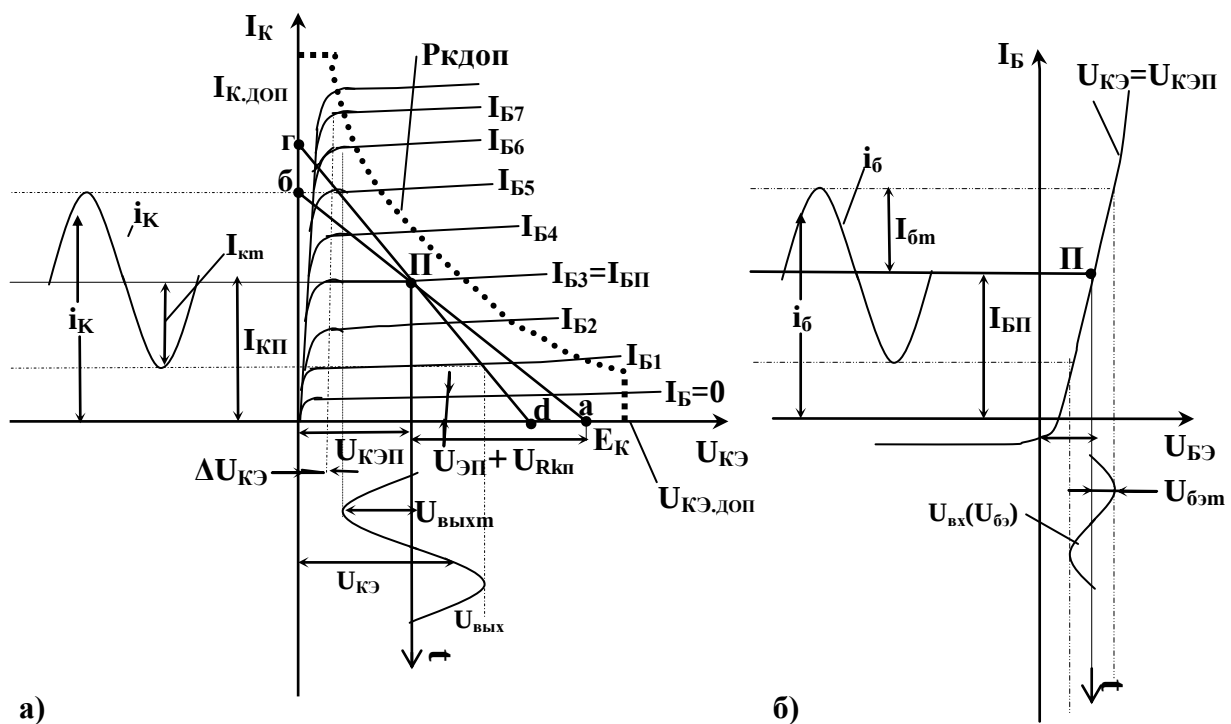
$$U_{kep} = E_k - I_{kp} (R_k + R_e)$$

Bu tenglama ikki nuqtadan o'tkazish mumkin bo'lgan to'g'ri chizik tenglamasi hisoblanadi.

"a" nuqta uchun $I_{kp}=0$, $U_{kep}=-E_k$ va

"b" nuqta uchun $U_{kp}=0$ $I_{kp}=E_k/(R_k+R_e)$.

Kirish (baza) xarakteristikasi $I_b=F(U_{be})$ dan baza tokining $I_b=I_{bp}$ kerakli qiymatini tanlab, chiqish xarakteristikalar oilasida shu tok qiymatiga to'g'ri keluvchi xarakteristikani topib, kaskadning o'zgarmas tok bo'yicha yuklama chizig'i bilan kesishgan nuqtasi (tinchlanish nuqtasi P) ning koordinatasini aniqlaymiz (8.2a rasm).



8.2 расм

Kaskadning chiqish kuchlanishi va kollektor tokining o'zgaruvchan tashkil etuvchilarini aniqlash uchun, o'zgarmas tok bo'yicha yuklama chizig'i ko'llaniladi. O'zgaruvchan tok bo'yicha yuklama qarshiligi quyidagicha topiladi

||

$=R_k R_n$, chunki chikish tokining o'zgaruvchan tashkil etuvchilarining o'tish yo'llari quyidagidan iborat.

1) $+E_k, S_e, \text{tranzistor}, R_k, -E_k$;

2) $+E_k, R_H, C_{r2}, R_k, -E_k$.

Kirish signali berilganda, tranzistorning tok va kuchlanishi o'zgarimas hamda o'zgaruvchan tashkil etuvchilaridan iborat bo'lganligi uchun, o'zgaruvchan tok bo'yicha yuklama chizig'i tinchlanish nuqtasi P dan o'tadi (8.2a rasm). O'zgaruvchan tok bo'yicha yuklama chizig'i («g»-«d») o'zgarimas tok bo'yicha yuklama chizig'iga nisbatan tikroq bo'ladi. O'zgaruvchan tok bo'yicha yuklama chizig'i, kuchlanish va tok ortimalarinig nisbati orqali yasaladi.

$$\Delta U_{ke}/\Delta I_k = R_k \parallel R_H$$

Kaskad kirishiga U_{vx} kuchlanish berilganda, tranzistorning baza zanjirida U_{vx} kuchlanish bilan tranzistor kirish xarakteristikasi orkali boglangan I_b tokining o'zgaruvchan tashkil etuvchilari hosil bo'ladi (8.2b rasm). Kollektor toki βI_b ga teng bo'lganligi uchun, tranzistorning kollektor zanjirida I_k tokining o'zgaruvchan tashkil etuvchisi (I_{k-}) va o'zgaruvchan chiqish kuchlanishi o'zaro o'zgaruvchan tok bo'yicha yuklama chizig'i bilan boglangan.

Hisoblash uchun boshlangich parametrlar bo'lib chiqish kuchlanishi (U_{vixm}) va yuklama tokining (I_{km}) o'zgaruvchi tashkil etuvchilarining amplituda qiymatlari hisoblanadi, demak yuklama kuvvati R_N va yuklama karshiligi R_N ham boshlangich parametr bo'ladi.

Kuchaytiriluvchi signalning buzilishini oldini olish uchun tinchlanish rejimining parametrlari quyidagi shartlarni qanoatlantirishi kerak:

$$U_{kep} > U_{vixm} + \Delta U_{ke}$$

$$I_{kp} > I_{km} + I_{k0(e)max}$$

ΔU_{ke} - kollektordagi kuchlanish bo'lib, tranzistor chikish xarakteristikasi nochiziqli sohasining boshlangich kismiga mos keladi.

$I_{k0(e)max}$ - kollektorning boshlang'ich issiqlik toki bo'lib, maksimal temperaturaga mos keladi.

I_{km} toki kaskadning chikish kuchlanishi bilan quyidagicha boglangan.

$$I_{km} = U_{vixm}/R_k \parallel R_H \approx U_{vixm}/R_H$$

Kaskadning kuchaytirish koeffisientini oshirish uchun, R_k kattalikni R_H dan 3-5 marta katta qilib olinadi.

Tanlangan I_{kp} tok bo'yicha tinchlanish xolatining baza toki

$$I_{bp} = (I_{kp} - I_{k0(e)})/\beta$$

tranzistorning kirish xarakteristikalari buyicha esa kuchlanish U_{bep} topiladi (8.2b rasm).

Tinchlanish holatining emitter toki tinchlanish holatining kollektor tokiga teng deb olinadi.

$$I_{ep} = I_{kp}$$

E_k kattalikni tanlaganda (agar u berilmagan bo'lmasa) quyidagi shartlarga rioya qilish kerak:

$$E_k = U_{kep} + I_{kp} R_k + U_{ep}$$

$$U_{ep} = I_{ep} R_e \approx I_{kp} R_e$$

$$\text{Odatda } U_{ep} = (0,1 \div 0,3) E_k$$

$$\text{Unda } E_k = (U_{kep} + I_{kp} R_k) / (0,7 \div 0,9), \quad R_e = U_{ep} / I_{kp}.$$

Bo'luvchi karshiliklar quyidagicha aniqlaniladi.

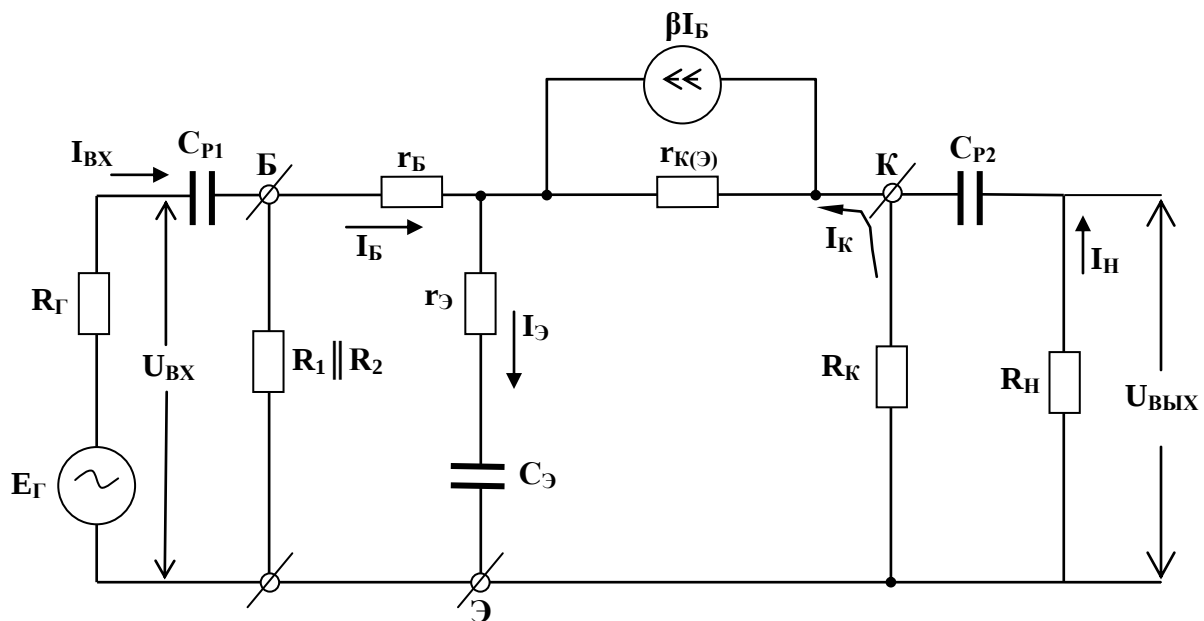
$$R_2 = U_{bp} / I_d = (U_{ep} + U_{bep}) / I_d, \quad \text{bu erda } I_d = (2 \div 5) I_{bp}$$

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

Tranzistor tanlanganda, chastota diapozonini shu bilan birga tok, kuchlanish va quvvat bo'yicha parametrlari hisobga olinadi.

$$\text{Bunda } I_{kmax} = I_{kp} + I_{km} < I_{k.dop}, \quad U_{ke.dop} > E_k, \quad R_k = U_{kp} / I_{kp} < R_{k.dop}$$

Kaskadning asosiy parametrlari bo'lib, tok buyicha kuchaytirish ko'effitsienti K_I , kuchlanish bo'yicha kuchaytirish ko'effitsienti K_U , quvvat bo'yicha kuchaytirish ko'effitsienti K_P , shu bilan birga kirish R_{vx} va chiqish R_{vix} karshiliklar ham hisoblanadi. Bu ko'rsatkichlarni aniqlash masalasi,



8.3 Рачм

kuchaytirish kaskadini o'zgaruvchan tok bo'yicha hisoblanganda xal bo'ladi. Hisoblash metodi tranzistorni va butun kaskadni o'zgaruvchan tok bo'yicha almashtirish sxemasini keltirib hisoblashga asoslangan. 8.3rasmda past va o'rta chastotalar uchun UE kaskadinu almashtirish sxemasi keltirilgan.

Kaskadni hisoblash, o'rta chastotalar oralig'i uchun amalga oshiriladi, chunki bu oraliqda sxema elementlari parametrlarining chastotaga bog'liqligi hisobga olinmaydi, 8.3rasmda keltirilgan sxemadagi kondensatorlarning qarshiligi nolga teng va ularni hisobga olmasa ham bo'ladi. O'zgaruvchan tok bo'yicha ta'minlash manbai qarshiligi nolga teng, shuning uchun almashtirish sxemasida R_1 rezistorning yuqori qutbi emitter qutbi bilan bog'lagan.

Yuqorida qabul qilinganidek, kirish signali sinusoidal deb qabul qilinadi. Sxemadagi tok va kuchlanishlarning ta'sir etuvchi qiymatlari keltiriladi, ular amplituda qiymati bilan $1/\sqrt{2}$ koeffisienti orqali bog'langan.

Kaskadning kirish karshiligi R_{vx} ni aniklaymiz. U tranzistor kirish zanjirining karshiligi r_{vx} va R_1, R_2 karshiliklarning parallel ulanishidan topiladi.

$$R_{vx} = R_1 \parallel R_2 \parallel G_{vx}.$$

r_{vx} karshilikni topish uchun U_{be} kuchlanishni I_b tok orqali ifodalaymiz. Tok manbai βI_b ning ichki karshiligi katta bo'lganligi uchun va $r_{k(e)} + R_k \parallel R_H \gg r_e$ bo'lishini xisobga olib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$U_{be} = I_b r_b + I_e r_e, \quad U_{be} = I_b [r_b + (1 + \beta) r_e]$$

Oxirgi tenglikni ikkala tomonini I_b ga bo'lib,

$$r_{vx} = r_b + (1 + \beta) r_e \text{ ni hosil qilamiz.}$$

Odatda UE kaskadning kirish karshiligi R_{vx} 1-3 kOM dan oshmaydi. Tok bo'yicha kaskadning kuchaytirish koeffisienti $R_{vx} \approx r_{vx}$ va $r_{k(e)} \gg R_k \parallel R_H$ bo'lganda $K_i \approx \beta R_k \parallel R_H / R_H$ ga teng.

Kaskadning kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffisienti

$$K_U = U_{vix} / E_g \text{ ga teng.}$$

Agar chiqishdagi (yuklamadagi) kuchlanishni yuklama toki orqali $U_H = I_H R_H$, manba kuchlanishini (E_g) kaskadning kirish toki orkali ifodalasak kuchaytirish koeffisienti quyidagiga teng bo'ladi:

$$K_U = -I_H R_H / (I_{vx} (R_g + R_{vx})) = -K_i R_H / (R_g + R_{vx})$$

K_i ifodasini qo'yib

$$K_U \approx -\beta R_k \parallel R_H / (R_g + R_{vx}) \text{ ga ega bo'lamiz.}$$

UE sxemasida K_U 20 - 100 oralig'ida bo'ladi.

UE kuchaytirish kaskadi, chikish kuchlanishini kirish kuchlanishiga nisbatan faza bo'yicha 180° ga aylantiradi (8.2arasm), bu K_U ifodasida "-" orqali ko'rsatilgan.

Kuvvat bo'yicha kuchaytirish koeffisienti

$$K_P = R_{vix} / R_{vx} = K_U K_I$$

UE sxemasida K_P $(0,2-5)10^3$ ni tashkil kiladi.

Kirishga signal berilmaganda va yuklama sxemaga ulanmagan holatda, kaskadning chikish karshiligi kaskadning ekvivalent sxemasining chiqish qutbiga nisbatan aniqlaniladi tomonidan. Agar β_b manbaining ichki karshiligini nolga teng deb olsak, kaskadning chikish karshiligi $R_{vix} = R_k$ bo'ladi.

Past chastotalar oraligida kuchaytirgichning kuchaytirish koeffisientiga S_{P1} , S_{P2} va S_E kondensatorlarning sig'implari ta'sir kiladi. Kondensator sig'implarining ta'sirlarini, shu kondensatorlarni o'z ichiga olgan zanjirlarning past chastotali vakt doimiylari yordamida xisobga olish mumkin. Vakt doimiylari:

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

$$\text{chikish zanjirining; } \tau_{BbIX} = C_{p2} \cdot (R_k + R_H)$$

$$\text{emitter zanjirining; } \tau_3 = C_3 \cdot r_3$$

Yuqorida aytib o'tilgan vaqt doimiylarining har biri natijaviy chastota bo'yicha buzilish koeffisienti M_H ga ta'sir kiladi. M_N nisbiy birliklarda aniqlaniladi:

$$M_N = M_{Nvx} M_{Nvix} M_{Ne}$$

bu erda,

M_{Nvx} - kirish zanjirining chastota bo'yicha buzilish koeffisienti;

M_{Nvix} - chiqish zanjirining chastota bo'yicha buzilish koeffisienti;

M_{Ne} - emitter zanjirining chastota bo'yicha buzilish koeffisienti;

Yukorida aytilgan har bir chastota bo'yicha buzilish koeffisienti quyidagiga teng:

$$M_{H.BX, BbIX, 3} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{1}{\omega \tau_{BX, BbIX, 3}} \right)^2}}$$

Odatda kuchaytirgichga berilgan chastota bo'yicha buzilishlar ularni hosil kiluvchi elementlarga taqsimlanadi. Elementlarning uzi esa o'ziga mos keluvchi chastota bo'yicha buzilish koeffisientlari orqali aniklaniladi.

Adabiyotlar

1. Yu.S. Zabrodin. «Promishlennaya elektronika», M. Visshaya shkola 1982g. **8-1÷8-5** str. 91-99

Tayanch soʻzlari

Oʻzgarmas tok boʻyicha analiz, oʻzgaruvchan tok boʻyicha analiz, umumiy emitter sxemasi uchun almashtirish sxemasi.

Sinov savollari

1. Umumiy emitter ulanishida kuchaytirish kaskadining sxemasini keltiring.
2. Sxema elementlari vazifasini tushuntiring.
3. Tranzistorning chiqish xarakteristikalarini oilasida oʻzgarmas tok boʻyicha yuklama chizigʻini koʻrsating.
4. Tranzistorning chiqish xarakteristikalarini oilasida oʻzgaruvchan tok boʻyicha yuklama chizigʻini koʻrsating.
5. Kuchaytirish kaskadining oʻzgaruvchan tok va kuchlanish tashkil etuvchilarining kichik va oʻrta chastotalar uchun almashtirish sxemasini chizing.
6. Oʻrta chastotalarda almashtirish sxemasida qanday elementlarga ahamiyat bermaslik mumkin?
7. Kaskadning K_U , K_I , R_{VX} , R_{VIX} lari nimaga teng?
8. Kaskadning umumiy emitter ulanishida chiqish va kirish yosignallarining teskari fazada boʻlishini koʻrsating.