

9-Ma`ruza Maydonli tranzistorlar asosida **bir kaskadli kuchaytirgichlarning** **qurilishi (UI sxemasi)**

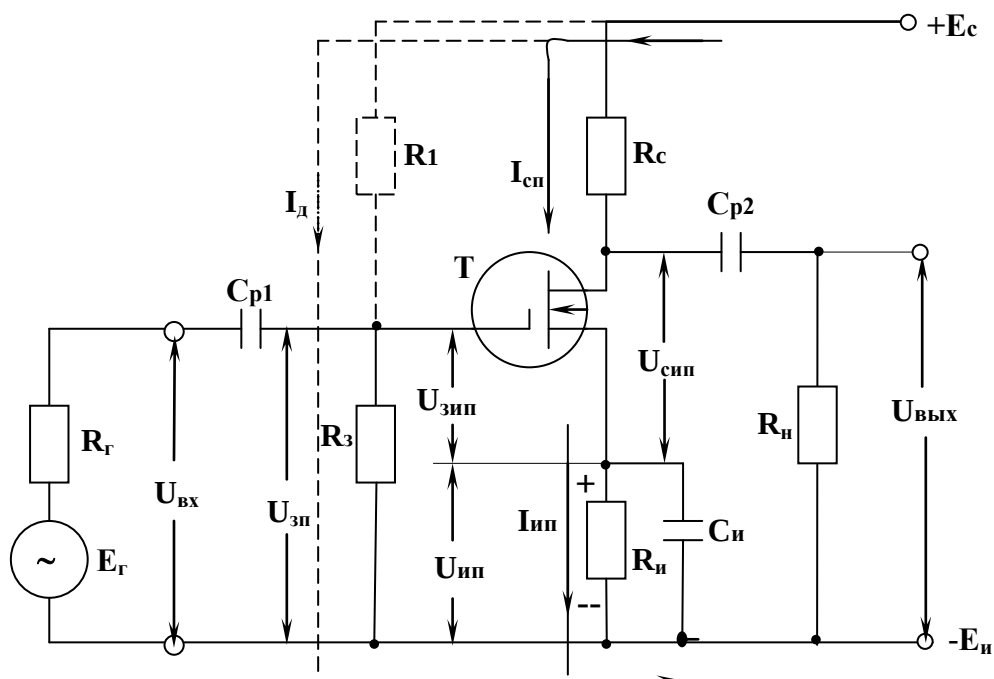
Reja:

1. Maydonli tranzistor asosida umumiy istok kuchaytirgichining sxemasi.
2. Umumiy istok kuchaytirish kaskadi elementlarining vazifalari.
3. Umumiy istok kuchaytirgichi sxemasida R_i qarshilikning ikki funksiyasi.
4. Grafoanalitik usulda kaskadni o`zgaruvchan va o`zgarmas tok bo`yicha analiz qilish.
5. Tok va kuchlanishlarning o`zgaruvchan tashkil etuvchilari uchun umumiy istok kaskadining almashtirish sxemasi.
6. Umumiy istok kaskadining umumiy emitter kaskadidan farqi.

Maydonli tranzistorlar asosida kuchaytirgichlarning qurilishi xuddi bipolyar tranzistorlardagi kabi bo`ladi. Lekin tranzistor (maydonli) kirish zanjiri bo`yicha kuchlanish bilan, bipolyar tranzistorlar esa tok bilan boshqariladi. Shu tufayli ham maydonli tranzistorlar asosida qurilgan kuchaytirgichlarning ishchi (tinchlanish) rejimini ta`minlash uchun kirish zanjiriga ma`lum qiymatga va ishoraga ega bo`lgan o`zgarmas kuchlanish beriladi. Maydonli tranzistor asosida qurilgan va o`zgarmas tokda ishlaydigan kuchaytirgichlarni tahlil qilayotganda mana shu xususiyatga alohida e`tibor beriladi.

UI sxemasi bo`yicha ulangan kaskad, ko`p kaskadli kuchaytirgichning dastlabki kuchaytirish kaskadi bo`lib xizmat qiladi va u ishlash vazifasiga ko`ra kuchlanish kuchaytirgichi funksiyasini bajaradi. UI sxemasi bo`yicha ulangan kuchaytirgich kaskadi 9.1rasmda keltirilgan.

Kaskad kanali n toifali MDP tranzistor asosida yaoatilgan. U ikki xil rejimda, ham boyish (obogoshenie) ham kambag'allashish (obodnenie) rejimlarida ishlashi mumkin. Kaskadning asosiy elementlariga $+E_s$, T-tranzistor, R_s rezistorlari kiradi.



9 1 расм

Yuklama S_{R2} ajratuvchi kondensatorlar orqali stok zanjiriga ulangan.

R_z , R_1 va R_i elementlar U_{zip} ni tinchlanish rejimida ta'minlab turish uchun mo'ljallangan. R_i - rezistor o'zgarmas tok bo'yicha manfiy TB hosil qiladi, u esa tinchlanish rejimini stabillash uchun (temperatura o'zgarishida, tranzistor parametrlarining turliligi natijasida) xizmat qiladi. S_i esa o'zgaruvchan tok bo'yicha manfiy TB ni bartaraf qilish uchun mo'ljallangan. S_1 - ajratuvchi kondensator, bu kaskadni kirish signali manbai bilan bog'lash uchun xizmat qiladi. Tinchlanish rejimini tanlash xuddi bipolyar tranzistorlarniki kabi bo'ladi.

Tinchlanish rejimini tanlash quyidagi munosabat orqali yoziladi:

$$U_{sip} > U_{vixm} + \Delta U_{si} \quad (1),$$

$$I_{sp} > I_{sm}$$

P nuqta o'zgarmas tok bo'yicha olingan yuklama chizig'ida joylashtiriladi, bu chiziq «a» va «b» nuqtalar orqali o'tadi. a nuqta uchun $I_s = 0$, $U_{si} = +E_s$, «b» nuqta uchun $U_{si} = 0$, $I_s = E_s / (R_s + R_i)$. O'zgaruvchan tok bo'yicha yuklama chizig'i $R_{n\sim} = R_c || R_n$ qarshilik bilan aniqlaniladi. Ko'p kaskadli kuchaytirgichlarda kaskadning yuklamasi bo'lib keyingi

kaskadlarning o'zgaruvchan tok bo'yicha yuklama chizig'ining og'ishi («v»-«g») o'zgarmas tok bo'yicha yuklama chizig'iga yaqin bo'ladi. Kerakli bo'lgan siljitishni amalga oshirishni ko'rib chiqaylik (U_{sip} , I_{sp}). Stok tokining tinchlanish qiymati I_{sp} va stok - istok tinchlanish kuchlanishi U_{sip} o'zaro quyidagicha bog'langan va u tranzistorning tinchlanish rejimidagi P nuqtaga to'g'ri kelgan U_{zip} kuchlanishi bilan aniqlaniladi:

$$U_{sip} = E_c - I_{sp}(R_c + R_i) \quad (2)$$

Kuchaytirish kaskadlari uchun o'zgaruvchan tok bo'yicha yuklama chizig'i o'zgarmas tok bo'yicha yuklama chizig'iga juda yaqin bo'ladi. Kerakli bo'lgan siljishni amalga, oshirishni ko'rib chiqaylik. (U_{sip} , I_{sp}). Stok tokining tinchlanish qiymati I_{sp} va stok - istok tinchlanish kuchlanishi U_{sip} o'zaro quyidagicha bog'langan.

$$U_{sip} = E_s - I_{sp}(R_s + R_n) \quad (2)$$

va tinchlanish nuqtasiga mos keluvchi zatvor - istok kuchlanishi U_{zip} , bilan aniqlaniladi.

Bizga ma'lumki, kanali hosil qilingan (kanalli) - maydonli tranzistorlar boyish hamda kambag'allashish rejimlarida ishlashi mumkin. Shuning uchun ularning to'liq diapazondagi chiqish xarakteristikalari zatvor - istok kuchlanishining (U_{zp}) qiymati bilan bir qatorda ishorasiga ham bog'liq. Ko'rsatilgan sabablarga ko'ra, tinchlanish rejimida zatvordagi kuchlanish istokka nisbatan manfiy, musbat va nolga(0) teng bo'lishi mumkin.

UI sxemasi uchun ko'proq uchraydigan $U_{zi} < 0$ bo'lgan xolni ko'rib chiqaylik. Tinchlanish holatida $U_{zi} < 0$ bo'lishini ta'minlashda R_i va R_z elementlar ishtirok etadi. R_1 - rezistor bu erda ishtirok etmaydi.

Kerakli bo'lgan qiymatdagi va ishoradagi kuchlanish R_i rezistorda hosil qilinadi, bu esa undan $I_{ip} = I_{sp}$ tok o'tishi natijasida vujudga keladi. R_i ni tanlash quyidagi ifoda orqali amalga oshiriladi.

$$R_i = \frac{U_{3ип}}{I_{сп}} \quad (3)$$

R_z rezistor zatvor potensialini R_i ning pastki qutb potensialga tengligini ta'minlash uchun mo'ljallangan, ya'ni tranzistorning zatvor - istok elektrodleri orasida qiymati U_{zip} bo'lgan kuchlanishni hosil qilib beradi. R_z rezistorni R_{vx} ya'ni tranzistorning kirish qarshiligiga nisbatan bir necha tartibga kichik qilib tanlanadi. Bu bilan temperaturaning nostabilligini va tranzistorlarning kirish qarshiliklari qiymatining turliligini, kaskadning kirish qarshiligiga ta'sirini yo'q qilish mumkin. R_z 1÷2 MOm ga teng deb qabul qilinadi.

R_i rezistor U_{zip} siljish kuchlanishini hosil qilish bilan birga, manfiy T.B.ni ham hosil qiladi, ya'ni bu T.B. temperatura o'zgarishi natijasida yoki tranzistor almashtirilganda uning parametrlari turliligi tufayli yuzaga keladigan I_{sp} tokining o'zgarishini oldini oladi. Demak, R_i rezistor kaskadning tinchlanish rejimini stabillash uchun xizmat qiladi. Kuchaytirgichning stabil ishlashini ta'minlash uchun, ko'p xollarda R_i ni U_{zip} kuchlanishini hosil qilish kerak bo'lgan qiymatidan ortiqroq qilib olinadi. Natijada U_{ip} kuchlanishining ortiqcha qiymatini kompensasiya qilish kerak, bu esa zatvorda kerak bo'lgan U_{zp} kuchlanishni hosil qilish bilan, ya'ni sxemaga R_1 elementni kiritish yordamida amalga oshiriladi. R_1 ning qiymati quyidagi munosabatdan topiladi:

$$U_{3\text{ип}} = U_{\text{ип}} - U_{3\text{п}} = I_{\text{сн}} \cdot R_{\text{и}} - E_{\text{с}} \frac{R_3}{R_3 + R_1}; \quad (4)$$

Demak,

$$R_1 = \frac{E_{\text{с}} \cdot R_3}{U_{\text{ип}} - U_{3\text{ип}}} - R_3; \quad (5)$$

$U_{\text{ип}}$ ning qiymati ta'minlash manbaini hisobga olish bilan aniqlaniladi:

$$E_{\text{s}} = U_{\text{сип}} + U_{\text{ип}} + I_{\text{сп}} \cdot R_{\text{s}} \quad (6)$$

R_{s} ning qiymati kaskalning chastota xossalriga ta'sir ko'rsatadi. U diapazonning yuqori chastotasidan kelib chiqqan xolda hisoblanishi kerak.

Kaskadning chastota bo'yicha ishlash diapazonini kengaytirish uchun, R_{s} rezistorning qiymatini kamaytirish maqsadga muvofiqdir. Tranzistorning ichki qarshiligini(r_i) ma'lum deb olib, R_{s} ning qabul qilish mumkin bo'lgan qiymatlar oralig'ini quyidagiga teng deb olamiz:

$$R_{\text{с}} = (0.05 \div 0.15) \cdot r_i$$

R_i rezistorning oshishi natijasida $U_{\text{ип}}$ ning oshishi tinchlanish nuqtasining yanada stabil bo'lishini ta'minlaydi, bu esa E_{s} ta'minlash manbaini katta qiymatga mo'ljallab olinishini kerakligidan dalolat beradi. Yuqoridagilardan kelib chiqqan holda, $U_{\text{ип}}$ $(0.1 \div 0.3)E_{\text{s}}$ oralig'ida olinadi.

$$E_{\text{с}} = \frac{U_{\text{сн}} + I_{\text{сн}} \cdot R_{\text{с}}}{0.7 \div 0.9} \quad (6')$$

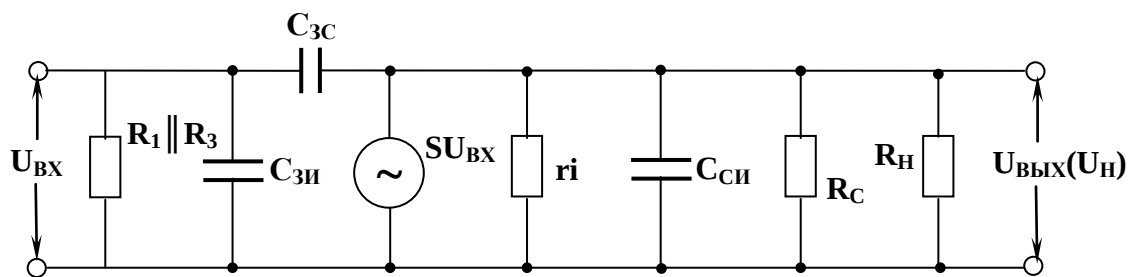
$U_{\text{zip}} < 0$ bo'lganda, R_i sxemaga tinchlanish rejimini stabilizasiya qilish uchun kiritiladi. Bu erda R_1 ning sxemaga ulanishi majburiydir. Elementlarni tanlash (4) |(6) munosabatlar yordamida amalga oshiriladi. (4), (5) munosabatlarda U_{zip} ni 0 ga teng qilib yoki uning oldidagi ishorasini o'zgartirib olish kerak. $U_{\text{zip}} > 0$ rejimi kanalsiz (hosil qilinishi kerak bo'lgan) maydonli tranzistorlar uchun xos bo'lgan rejim hisoblanadi. Shuning uchun, ya'ni (4), (5) ifodalar U_{zip} ning ishorasi o'zgartirilib olingan xolda, UI sxemasi bo'yicha ulangan kaskadlarda siljitish zinjirlarini hisoblash uchun ishlatidi.

Tranzistorlar quyidagi parametrlar bo'yicha tanlanadi:

$$I_{c \max}, U_{ci \max}, P_{\max}$$

UI kaskadi kuchaytirilayotgan signalni faza bo'yicha 180° ga siljitadi.

UI kaskadining o'zgaruvchan tok va kuchlanish uchun keltirilgan ekvivalent sxemasi 9.3 rasmda ko'rsatilgan.



9.3 Rasm

Almashtirish sxemasi chiqish zanjrida $S \cdot U_{vx}$ tok manbaining ishlatilishiga asoslangan. R_s va R_n qarshiliklar o'zgaruvchan tok uchun yuklama qarshiligini aniqlaydi

$$R_{n\sim} = R_s \parallel R_n$$

Almashtirish sxemasi R_3 va R_1 qarshiliklar, bir-biriga parallel ulangan.

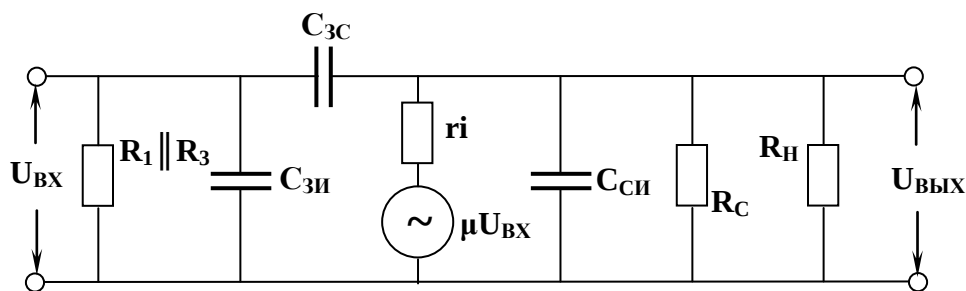
Kaskadning kirish qarshiligi R_{vx} , R_g qarshilikdan ancha katta bo'lgani uchun kirish kuchlanishi E_g deb olinadi. S_{R1} , S_{R2} , S_i kondensatorlarning sig'imlari ancha katta bo'lgani uchun ularning o'zgaruvchan tok bo'yicha qarshiliklari nolga yaqin bo'ladi. Shuning uchun bu kondensatorlar va R_i (R_i dan tokning o'zgaruvchan tashkil etuvchisi o'tmaydi) ekvivalent sxemada ko'rsatilmagan. Tovush chastotalarida S_{zi} , S_{zs} , S_{si} larning ta'sirini inobatga olmaslik mumkin.

O`rta chastotalarda kaskadning kuchlanish bo`yicha kuchaytirish koeffisienti quyidagiga teng:

$$K_U = \frac{U_n}{U_{vx}} = \frac{S U_{vx}(r_i \parallel R_{n\sim})}{U_{vx}} = S U_{vx}(r_i \parallel R_{n\sim})$$

$$K_U = \frac{S r_i R_{n\sim}}{r_i + R_{n\sim}} \quad (7)$$

$S \cdot r_i$ - maydonli tranzistorning statik kuchaytirish koeffisienti (μ)



9.4 расм

Shunday qilib,

$$K_U = \frac{\mu R_{n\sim}}{r_i + R_{n\sim}} \quad (7')$$

(7') asosida OI kaskadining μU_{vx} kuchlanish manbaiga ega bo`lgan ikkinchi ekvivalent sxemasi 9.4 rasmda keltirilgan.

Agar UI sxemasi ko`p kaskadli kuchaytirgich sxemasining dastlabki kaskadi bo`lsa, $R_{n\sim} = R_s$ $R_{vx} \approx R_s$, bo`ladi, agar  $R_s \ll r_i$  ni hisobga olsak kaskadning kuchlanish bo`yicha kuchaytirish koeffisienti $K_U \approx S R_c$ bo`ladi.

UI kaskadining kirish qarshiligi quyidagiga teng: $R_{vx}=R_1//R_3$. Kaskadning chiqish qarshiligi $R_{vix}=R_s//r_i$ chunki $R_c \ll r_i$ dan. Yuqori chastotalar sohasida kaskadning kirish va chiqishidagi sig'implarni hisobga olish maqsadga muvofiqdir.

$$S_{vx}=S_{zi}+(1+K_i)S_{zs}+S_m$$

$$C_{BbIX} = C_{ch} + \frac{1+K_{\Pi}}{K_{\Pi}} C_{3c} + C_M.$$

Adabiyotlar

1. Yu.S. Zabrodin. «Promishlennaya elektronika» , M.Visshaya shkola, 1982g. **9-1÷9-5** str. 104-109

Tayanch soʻzlari

Oʻzgarmas tok boʻyicha rejim, oʻzgaruvchan tok boʻyicha rejim, umumiy istok sxemasi uchun almashtirish sxemasi.

Sinov savollari

1. Umumiy istok kuchaytirish kaskadining sxemasini chizing.
2. Sxema elementlari vazifasini tushuntiring.
3. Oʻzgarmas va oʻzgaruvchan tok boʻyicha yuklama chizig'i qanday chiziladi?
4. Tok va kuchlanishning oʻzgaruvchan tashkil etuvchilari uchun umumiy istok kaskadining almashtirish sxemasini chizing.
5. Umumiy istok kaskadida R_i qarshilik qanday vazifani bajaradi?