

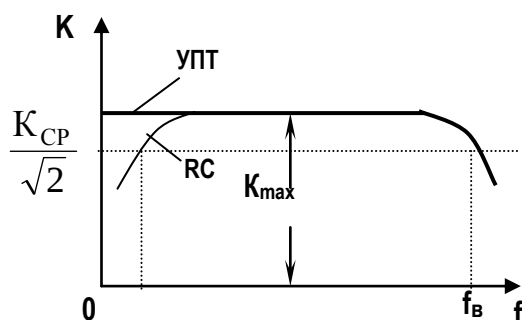
11-Ma`ruza O`zgarmas tok kuchaytirgichi (O`TK).

Reja:

1. O`zgarmas tok kuchaytirgichlari. Uning ta`rifi.
2. O`zgarmas tok kuchaytirgichlarining xususiyatlari.
3. O`zgarmas tok kuchaytirgichlarida nol dreyfi va uni yo`q qilish usullari.
4. O`zgarmas tok kuchaytirgichlarining to`g`ridan to`g`ri kuchaytirish sxemalari.
5. O`zgarmas tok kuchaytirgichining balans sxemasi.
6. Qayta o`zgartirishli o`zgarmas tok kuchaytirgichlari haqida umumiy tushuncha.

O`zgarmas tok kuchaytirgichi deb, sekin o`zgaruvchi signallarni kuchaytiruvchi kuchaytirgichlarga aytiladi. Ularning chastota spektri nol(0) dan boshlanadi. (11.1 rasm). Bunday signallarni o`zgaruvchan tok kuchaytirgichlarida ishlatiladigan transformatorlar ham, kondensatorlar ham uzata olmaydi, chunki bunday signallarning chastotasi nolga yaqin. Shuning uchun bunday kuchaytirgichlarda kaskadlaaro bog`lanish bevosita (galvanik) bo`ladi. Galvanik bog`lanishlar esa o`z navbatida quyidagi muammolarni keltirib chiqaradi:

1. Oldingi kaskadning chiqishdagi potensialni keyingi kaskad kirishi bilan moslashtirish;
2. Signal manbaini kuchaytirgichning kirishiga hamda yuklamani kuchaytirgichning chiqishga ulashning qiyinligi;
3. Ta`minlash manbai kuchlanishining o`zgarishi, sxema elementlari parametrlarining va temperaturaning o`zgarishi kuchaytirgichning ishlash stabiligini ta`minlay olmasligi.



Ushbu o`zgarishlarning (vaqt bo`yicha) mavjudligi, foydali signal potensialining o`zgarishiga olib keladi va bu o`zgarishlar dreyf deb ataladi. Demak, o`zgarmas tok kuchaytirgichlarida dreyf deb, kirish signali o`zgarmas bo`lganda chiqish signalining o`zgarishi tushuniladi. Ko`p hollarda 1-kaskadlarda dreyfning mavjud bo`lishi yomon oqibatlarga olib keladi, chunki bu dreyf keyingi kaskadlar yordamida kuchaytirilib, chiqishga berilishi mumkin.

11.1 rasm

Dreyf ikkiga bo`linadi:

- absolyut dreyf;
- kirishga keltirilgan dreyf (ma`lum bir vaqt ichida ko`pincha mV*soat).

Absolyut dreyf deganda, kirish zanjiridagi signal manbai qisqa tutashtirilgan xolda, chiqish kuchlanishining maksimal o`zgarishi tushuniladi (mV*soat), U_{dr} bilan belgilanadi.

Kirishga keltirilgan dreyf, absolyut dreyf qiymatining kuchaytirgichning kuchaytirish koefitsientiga nisbati bilan aniqlanadi, ya`ni bu shunday kuchlanish qiymatini, u kirishga berilganda ma`lum bir vaqt davomida chiqishda qiymati absolyut dreyf qiymatiga teng bo`lgan kuchlanish qiymatini hosil qiladi.

$$U_{\text{дрвх}} = \frac{U_{\text{др}}}{K_u}$$

Kuchaytirgichni loyihalayotganda quyidagi shart bajarilishini ta'minlash kerak: $U_{V_{X\min}}$ ya'ni kirish kuchlanishining minimal qiymati $U_{\text{ДРвх}}$ ya'ni kirishga keltirilgan dreyf qiymatidan katta bo'lishi kerak.

Dreyfni bartaraf qilishning quyidagi usullari mavjud:

1) sxema elementlarini termostabillash, ya'ni atrof muxit temperaturasi doimiyligini hamda ta'minlovchi kuchlanish stabiligini ta'minlash. Lekin bu usulda kuchaytirish sxemasi elementlarining eskirishi tufayli vujudga keladigan dreyfning oldi olinmaydi;

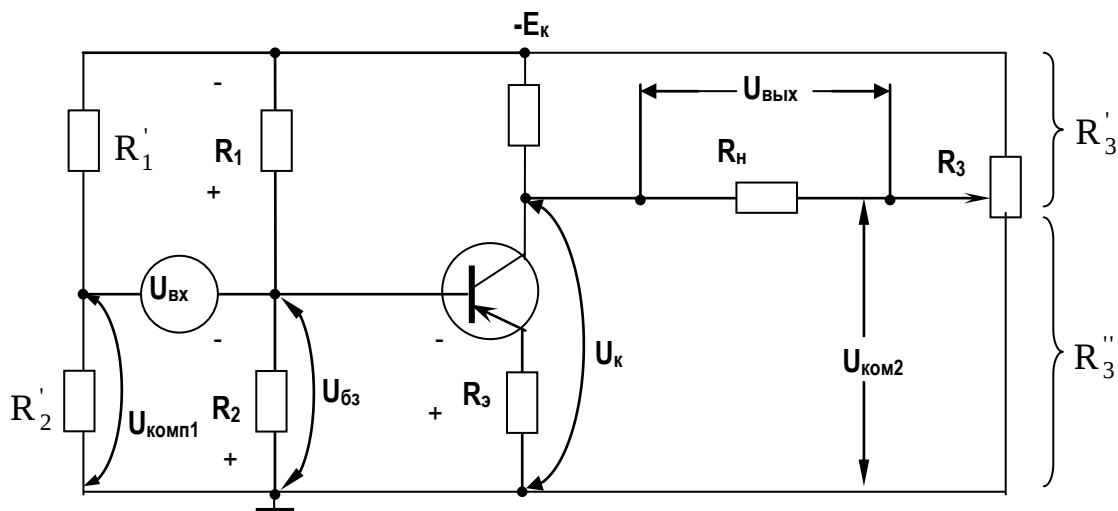
2) termokompensasiya - ya'ni, temperaturaviy dreyfni kompensirovchi, temperaturaga sezgir elementlarining ishlatilishi;

3) sxemali termostabilizasiya (misol uchun: tranzistorning UE sxemasi bo'yicha ulanishi), shuningdek, TB (manfiy) kiritilishi natijasida hosil bo'ladigan stabilizasiya, ko'p hollarda TB zanjirlariga kiritiladi va temperaturaga sezgir elementlar ishlatiladi;

4) signallarni oraliq o'zgartiruvchi O'TKlarning ishlatilishi;

5) Balans sxemalarining ishlatilishi.

Alohida olingan O'TK kaskadini ko'rib chiqaylik.



11.2 rasm

Kaskad UE sxemasi bo'yicha qurilgan.

R_e emitter qarshiligi tok bo'yicha TB hosil qiladi va u kaskadning ishlash rejimini stabillaydi (dreyfni kamaytiradi).

Haqiqatdan ham $T \uparrow$ u holda $I_{k0} \uparrow$, $I_k \uparrow$, $\rightarrow I_e \uparrow \rightarrow U_{RE} \uparrow$ $U_{bz} = \text{const}$, xususan U_{be} musbatroq bo'ladi, $I_b \downarrow$ va $I_k \downarrow$, ya'ni ΔI_k - kam bo'ladi, Chunki kaskad chiziqli rejimda ("A" rejim) ishlashi kerak. Kirish kuchlanishi $U_{VX} = 0$ bo'lganda, $U_{bp} \neq 0$ va $U_{kp} \neq 0$ bo'ladi. Kaskadning ishlash rejimini buzmaslik uchun signal manbaini kirish zanjiriga ulaganda kirish zanjirida qo'shimcha U_{komp1} kuchlanishini hosil qilish kerak, bu kuchlanish U_{bp} kuchlanishini kompensirlaydi. Bu jarayon R'_1, R'_2 lar yordamida amalga oshiriladi.

U_{VX} signalining vujudga kelishi, baza kuchlanish va toki qiymatini, kollektor kuchlanishi va toki qiymatining o'zgarishiga olib keladi. (Kirish signali deb $U_{VX} = \Delta U_b$ ya'ni, baza kuchlanishining U_b kuchlanishining o'zgarishi tushuniladi). Chiqish signali esa kollektor kuchlanishi o'zgarishidan iborat bo'ladi.

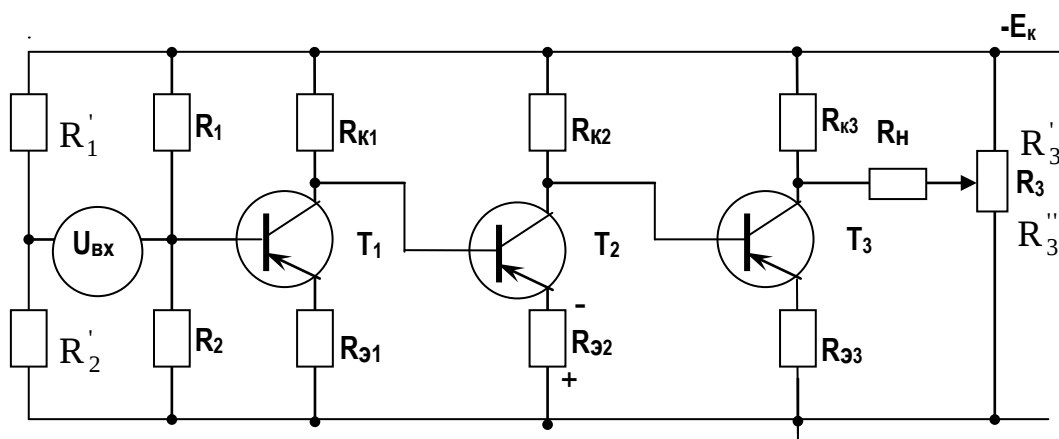
$$U_{VIX} = \Delta U_k = U_k - U_{kp}$$

Yuklamada faqat ΔU_k o'zgarishni ajratib olish uchun (ΔU_k , kirish signali berilganda yuzaga kelgan o'zgarish) U_{kp} ning o'zgarmas tashkil etuvchisini kompensirlash kerak bo'ladi. Buning uchun esa chiqish zanjiriga kompensirlovchi kuchlanish, ya'ni $U_{komp2} = U_{kp}$ ni kiritish kerak. Shundagina $U_{VX} = 0$ bo'lganda $U_{VIX} = 0$ bo'ladi. $U_{VX} = 0$ bo'lganda R_3 bo'lgich yordamida kaskad muvozanatlashtiriladi, ya'ni $U_{VIX} = 0$ bo'lishi ta'minlanadi. R_3 bo'lgich past omli qilib tanlanadi. U xolda $U_{komp2} = \text{const}$ va $U_{VIX} = \Delta U_k$ bo'ladi.

Kaskadning kuchaytirish koeffisienti quyidagiga teng:

$$K_u = \frac{U_{BIX}}{U_{BX}} = \frac{\Delta U_k}{\Delta U_b}$$

Agarda bitta kaskadning kuchaytirish koeffisienti etarli bo'lmasa, u holda bir nechta kaskad ketma - ket ulanadi.



11.3 rasm

T_2 tranzistor asosida yig'ilgan 2-kaskadining normal ishlashi uchun, uning emitteri potentsiali U_{K1P} ga teng bo'lgan qiymatgacha ko'paytirish talab qilinadi, $U_p = -10V$, $U_{be} = -0,7V$ (kremniyli tranzistorlar uchun)ni hisobga olib quyidagini hosil qilamiz.

$$U_{E2} = U_{K1P} - U_{BE2P} = -10 - (-0,7) = -9,3V$$

Natijaga R_{e2} qiymatini oshirish bilan erishiladi.

$$U_{e2p} = U_{e2p} + U_{ke2p} = -9,3 + (-4 \text{ V}) = -13,3 \text{ V}.$$

Hususan, T_3 tranzistorning R_{e3} va U_{e3} qiymatini ham oshirish kerak, ya'ni keyingi kaskadning kollektor hamda emitter potensialining absolyut qiymati oldingi kaskadning emitter hamda kollektor potensialidan katta bo'ladi. Bunday holat albatta qarshiliklarning tanlashiga bog'liq bo'ladi.

$$R_{e3} > R_{e2} > R_{e1} \text{ va } R_{k3} < R_{k2} < R_{k1}$$

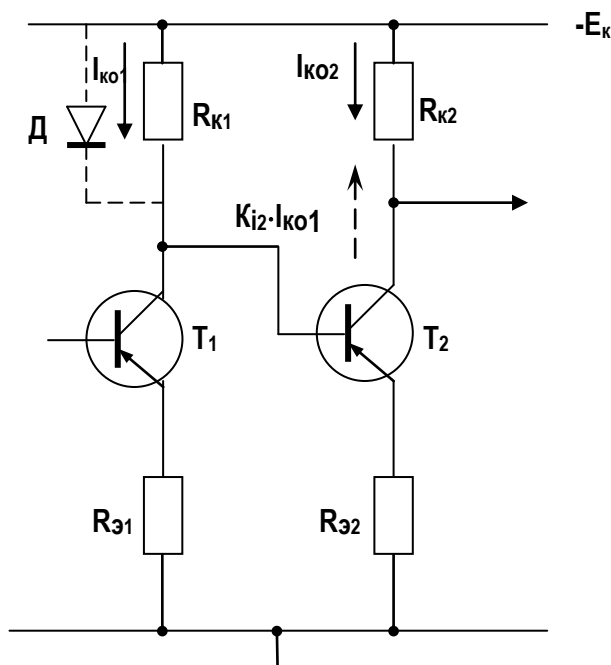
Demak, R_e ning ortishi tok bo'yicha manfiy TB ning ortishi, shuningdek R_k qiymatining kamayib borishi, har bir navbatdagi kaskadning kuchaytirish koeffisientini kamayishiga olib keladi.

$$K_1 > K_2 > K_3$$

Kaskadning kuchaytirish koeffisientini oshirish uchun emitter qarshiligini kichik dinamik qarshilikka ega bo'lgan stabilitrone bilan almashtirish mumkin.

Temperaturaga bog'liq dreyfni kamaytirish uchun bir-biriga bog'langan kaskadlarda tranzistorlarning ulanish bilan erishish mumkin va eng optimal ulanish bu ikkala tranzistor xam UE sxemasi bo'yicha ulanganda erishiladi. Bunday bog'lanish kaskadlarida issiqlik tokining yo'nalishlari strelkalar bilan ko'rsatilgan (11.4 rasm).

Bu rasmdan ko'rinib turibdiki, issiqlik toki, $K_{i2} \cdot I_{ko1}$ va I_{ko2} toklar farqiga tengdir. Temperaturaga bog'liq dreyfni ko'proq darajada kamaytirish maqsadida, sxemaga termokompensatsiya kiritilishi maqsadga muvofiq. 11.4 rasmda keltirilgan sxemada termokompensatsiya rolini yarim o'tkazgichli diod bajaradi (punktir bilan ko'rsatilgan)

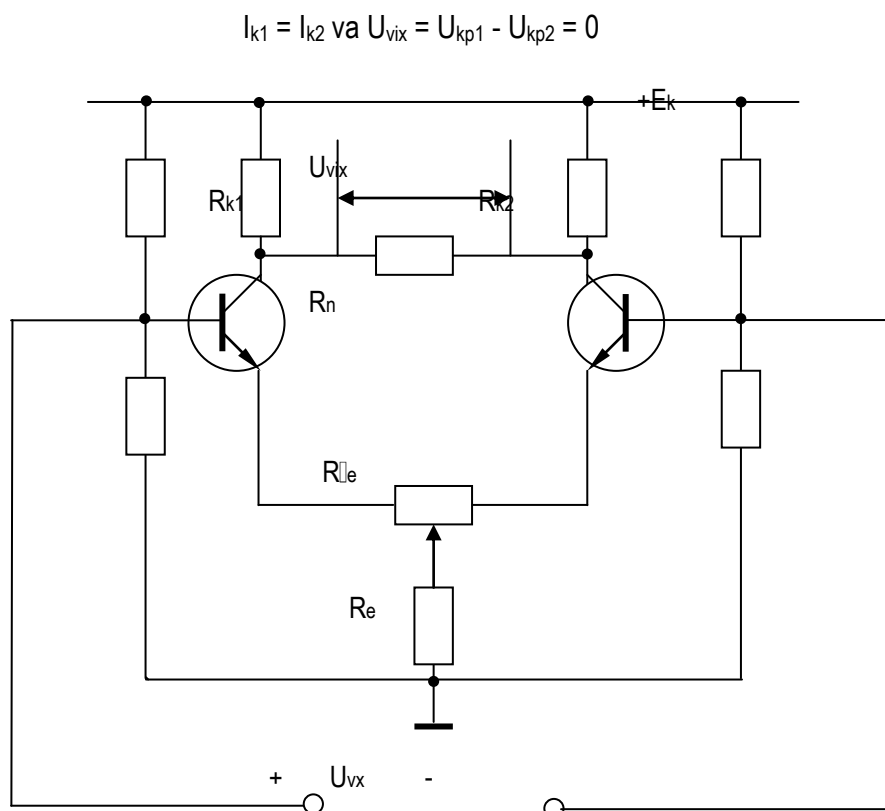


1.4 rasm

Temperatura oshishi bilan diodning teskari qarshiligi kamayadi, bu esa undan T_1 tranzistorning undan o'tadigan kollektor toki ulushining oshishiga olib keladi. T_2 tranzistor bazasiga o'tayotgan tok miqdori kamayadi va dreyfning kompensasiya darjasini oshiradi. Termokompensasion element sifatida yana manfiy temperaturaviy koeffitsientiga ega yarim o'tkazgichli qarshilik ya'ni termistor ham ishlatiladi. Termistorning ishlatilishi temperatura dreyfini minimumga olib kelsada uning kamchiligi termistorni eksperimental yo'l bilan, individual tanlanishi kerakligi. Bu esa elementlar ishdan chiqqanda ularning almashtirilishini qiyinlashtiradi.

Dreyfni (ham temperatura ham vaqt bo'yicha) radikal yo'q qilish usullaridan biri bu balans sxemalarining qo'llanilishidir.

O'zining soddaliga hamda integral xolatda tayyorlanishi osonligi bilan keng tarqalgan kuchaytirgich sxemalaridan biri - paralel balans sxemasidir. Paralel balans sxema 11,5 rasmda tasvirlangan bo'lib u ikkita UE kaskadidan iborat bo'lib, R_e umumiy qarshilik orqali o'zgarmas tok bo'yicha TB xosil qilinadi.



11.5 rasm

Yuklama qarshiligi tranzistorlarning kollektorlari orasiga ulangandir. Sxema integral sxemalarda ishlatilishi oson bo'lgan n-p-n tranzistorlar asosida yig'ilgan. $U_{vx} = 0$ bo'lganda sxema to'liq simmetriyaga erishadi, ya'ni mos qarshiliklarning qiymatlari teng va toifalari bir xil bo'ladi, tranzistorlarning xarakteriskalari hamda tinchlanish nuqtalari bir xolatda bo'ladi.

Kirish signali berilganda kirish toki oqib o'tadi va bitta tranzistorning baza va unga mos ravishda kollektor toki kamaytiradi, ikkinchi tranzistorning baza va unga mos kollektor tokini esa oshiradi. Sxema simmetrik balans xolatdan chiqadi xamda yuklamada kuchlanish xosil bo'ladi, bu kuchlanish kollektor potentsiallari yig'indisi xisobiga yoki bu potentsiallar ortimalari yig'indisi hisobiga hosil bo'ladi.

$$U_{vix} = \Delta I_{k1} R_{k1} + \Delta I_{k2} R_{k2}$$

Agar kirish signali ishorasi o'zgartisa, u xolda chiqish kuchlanishining ishorasi ham o'zgaradi. Kuchaytirgichni balansirovka qilish maqsadida, sxemaga R_p potentsiometr o'rnatiladi.

R_e qarshilik kaskadning tinchlanish rejimining stabilizatsiyasi vazifasini bajaradi. Manba kuchlanishi qiymatini o'zgarishi, temperaturani o'zgarishi tranzistorlarning tinchlanish rejimini o'zgarishiga bir xilda ta'sir qiladi va sxemani balans xolatdan chiqib ketishiga, ya'ni dreyfning hosil bo'lishiga yo'l qo'ymaydi.

Kirishga qiymati teng, lekin ishorasi qarama-qarshi bo'lgan signal berilganligi uchun R_E dan o'tadigan ikkita tranzistor toklarining yig'indisi o'zgarmaydi, shuning uchun undagi kuchlanish o'zgarmas bo'ladi. Demak, kuchaytirish koeffitsientini kamaytiradigan o'zgaruvchan tok bo'yicha manfiy teskari bog'lanish hosil bo'lmaydi.

Parallel - balans kaskadning ko'rinishlaridan yana bittasi bu differensial kaskad bo'lib, u operatsion kuchaytirgichning (OK) kirish kaskadi bo'lib xizmat qiladi. Uni biz OKni o'rganayotganimizda ko'rib chiqamiz.

Signalni qayta o'zgartiruvchi O'TK lar dreyfning minimal bo'lishini ta'minlaydi. Bunday kuchaytirgichlarda o'zgarmas kirish signali modulyator yordamida o'zgaruvchaga aylantiriladi. So'ngra bu o'zgaruvchan signal dreyfi yo'q bo'lgan o'zgaruvchan tok kuchaytirgichlarida kuchaytiriladi. So'ngra kuchaytirilgan o'zgaruvchan signal faza sezgir demodulyator yordamida o'zgarmas tok signaliga aylantiradi. Modulyator xamda demodulyator sxemalari turlicha bo'lishi mumkin.

Adabiyotlar

1. Yu.S. Zabrodin. «Promishlennaya elektronika», M. Visshaya shkola, 1982g. 11-1÷11-4 str. 137-142
2. B.S. Gershunskiy. «Osnovi elektroniki i mikroelektroniki». Kiev. Izd. «Visha shkola», 1989g. 11-1÷11-4 str. 283-287, 11-5 str. 287-288, 11-6 str. 290

Tayanch so'zlari

O'zgarmas tok kuchaytirgichlari, galvanik bog'lanish, nol dreyfi, absolyut dreyf, kirishga keltirilgan dreyf, kompensasiyalovchi kuchlanish, balans sxema.

Sinov savollari

1. O'zgarmas tok kuchaytirgichining ta'rifi va uning A.Ch.X.si.
2. O'zgarmas tok kuchaytirgichining xususiyatlari nimadan iborat?
3. O'zgarmas tok kuchaytirgichining to'g'ri kuchaytirish sxemasini chizing. Uning elementlarining vazifalarini tushuntiring.
4. O'zgarmas tok kuchaytirgichlarida nol dreyfi va uning sabablari.
5. Dreyfni yo'q qilish yo'llarini keltiring.
6. O'zgarmas tok kuchaytirgichi balans sxemasi ishlash prinsipini tushuntiring. Bu sxemaning yaxshi tomonlari nimadan iborat?

7. Qayta o'zgartirish bilan o'zgarmas tok kuchaytirgichlarining kuchaytirish prinsiplarini tushuntiring.