

Laboratorinis darbas Nr. 9

Tranzistorinis skirtuminis (diferencinis) stiprintuvas

Teorijos klausimai

1. Tranzistorinio skirtuminio (diferencinio) stiprintuvo su dvipoliais tranzistoriais elementariosios pakopos elektroninės grandinės konstrukcinės ypatybės ir pagrindinės savybės.
2. Skirtuminio stiprintuvo sinfazinės $U_{in\ s} = U_{in\ 1} = U_{in\ 2}$ ir skirtuminės (parafazinės) $U_{in\ p} = U_{in\ 1} - U_{in\ 2}$ diferencinio įėjimo $U_{in\ 1-2}$ įtampų stiprinimo diferenciniai koeficientai atitinkamai $K_{u\ s} = U_{iš\ s} / U_{in\ s}$ ir $K_{u\ p} = U_{iš\ p} / U_{in\ p}$, čia $U_{iš\ s} = U_{iš\ 1} - U_{iš\ 2}$ ir $U_{iš\ p} = U_{iš\ 1} - U_{iš\ 2}$ ir $U_{iš\ p} -$ diferencinės išėjimo $U_{iš\ 1-2}$ įtampos, esant atitinkamai sinfaziniam $U_{in\ s}$ ir parafaziniam $U_{in\ p}$ poveikiams.
3. Diferencinio koeficiento $K_{u\ p}$ priklausomybė nuo diferencinės apkrovos varžos R_a , srovės šaltinio emiterių grandinėje pastoviosios srovės $I_{o\ =}$, bei nuo maitinimo šaltinio pastoviosios įtampos E_{KE} .
4. Skirtuminio stiprintuvo diferencinio išėjimo $U_{iš\ 1-2}$ pastoviosios įtampos $U_{iš\ p} =$ nulinės vertės $|U_{iš\ p} = | \Rightarrow 0$ balansavimo būdai.

Praktinės užduotys

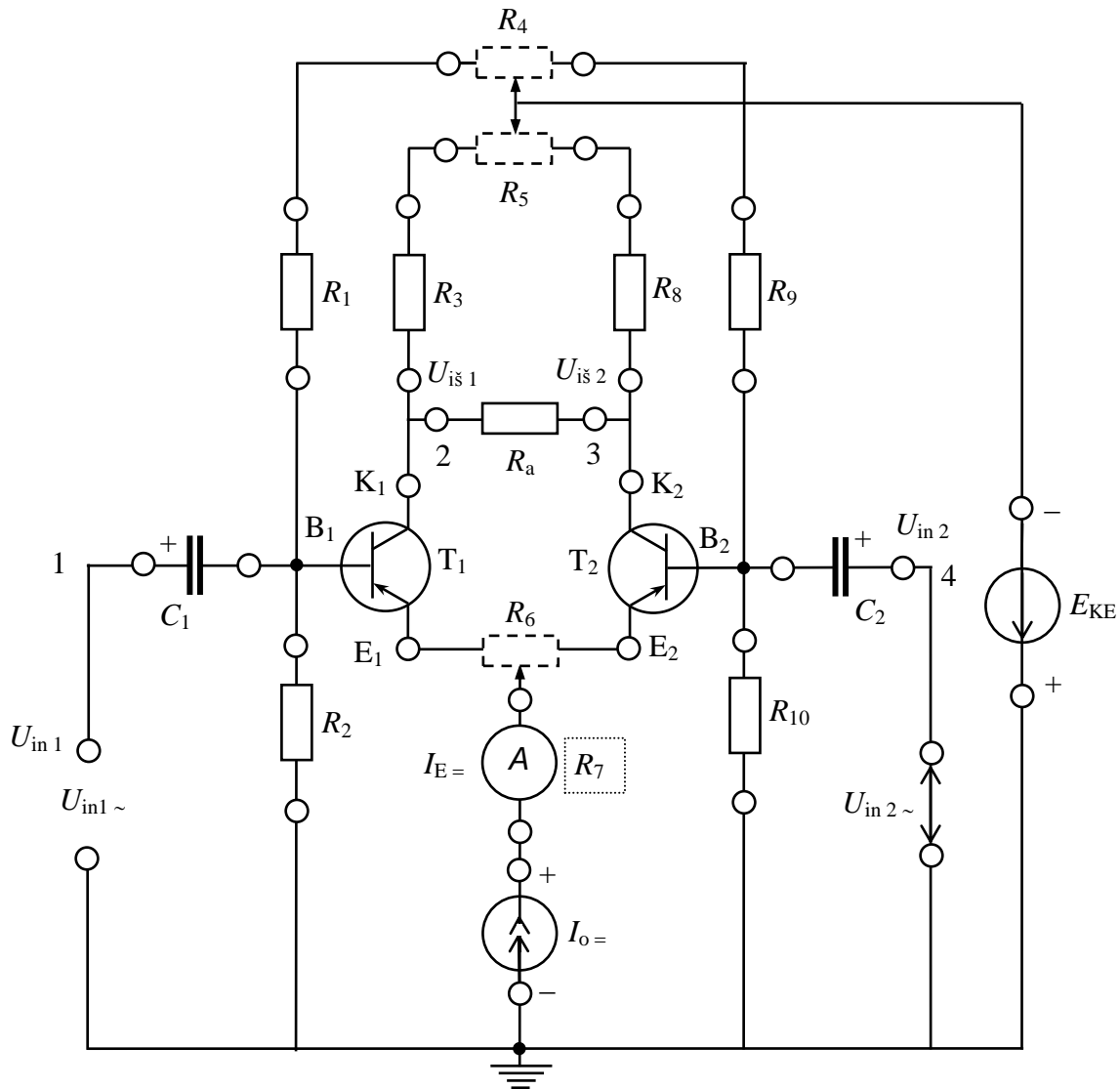
1. Matavimo stende sujungti skirtuminio stiprintuvo elektroninę grandinę (1 pav.) ir, esant srovės šaltinio emiterių grandinėje pastoviai srovei $I_{o\ =} = 2$ mA, bei diferencinei apkrovai $R_a = 1,2$ k Ω , paeiliui kintamaisiais rezistoriais – potenciometrais R_6 , R_5 ir R_4 subalansuoti skirtuminę diferencinio išėjimo $U_{iš\ 1-2}$ pastoviąją įtampą $|U_{iš\ p} = | = |U_{iš\ 1} = | - |U_{iš\ 2} = | \cong 0$, kai įėjimuose $U_{in\ 1, 2}$ atitinkamos įėjimų įtampos $U_{in\ 1} \sim = U_{in\ 2} \sim = 0$ (balansuojant vienu potenciometru R_i , kitų potenciometrų vietose yra įjungiami trumpikliai). Atlikus diferencinio išėjimo $U_{iš\ 1-2}$ įtampos $|U_{iš\ p} = |$ nulio balansavimą, ometru išmatuoti potenciometru R_i atskirų dalių varžas r_{ij} , čia indeksas $i = 4, 5, 6$ ir $j = 1, 2$ (varžą r_{ij} matuoti tarp potenciometro R_i šliaužiklio (viduriniojo) kontakto ir kraštinių kontaktų).
2. Matavimo stende sujungti skirtuminio stiprintuvo elektroninę grandinę su išėjimo $U_{iš\ 1-2}$ įtampos $|U_{iš\ p} = |$ nulio balansavimo potenciometru R_4 (2 pav.) (kitų potenciometrų $R_{5, 6}$ vietose yra įjungti trumpikliai) ir, atlikus išėjimo $U_{iš\ 1-2}$ įtampos $|U_{iš\ p} = |$ nulio balansavimą ($|U_{iš\ p} = | \cong 0$), schemos diferenciniame įėjime $U_{in\ 1-2}$ esant parafaziniam poveikiui $U_{in\ p}$, tenkinančiam mažo įėjimo signalo $U_{in\ 1-2} \sim$ sąlygą, kai $R_a = 1,2$ k Ω , diferenciniame išėjime $U_{iš\ 1-2}$ išmatuoti skirtuminės įtampos $U_{iš\ p}$ stiprinimo diferencinio koeficiento $K_{u\ p}$ modulio $|K_{u\ p}|$ priklausomybę nuo pastoviosios srovės $I_{o\ =}$ stiprio emiterių grandinėje: $I_{o\ =} = 0-5$ mA, (parafazinis poveikis $|U_{in\ p}| = U_{in\ 1} \sim / 2$, kai $U_{in\ 2} \sim = 0 -$ įėjimas $U_{in\ 2}$ yra užtrumpintas taip, kaip tai parodyta 1 pav.), esant harmoninio įėjimo signalo $U_{in\ p}$ dažniui $f_{in} = 1$ kHz. Toliau, esant $I_{o\ =} = 2$ mA, išmatuoti $|K_{u\ p}|$ priklausomybę nuo R_a vertės: $R_a = 0,051; 0,3; 5,1; 15; 20; \infty$ k Ω . Toliau, esant $I_{o\ =} = 2$ mA ir $R_a = 1,2$ k Ω , išmatuoti $|K_{u\ p}|$ priklausomybę nuo maitinimo šaltinio įtampos E_{KE} , kai $E_{KE} = -5; -10; -15; -20$ V. Gautas priklausomybes $K_{u\ p}(I_{o\ =}; R_a; E_{KE})$ pateikti grafiškai.
3. Matavimo stende sujungti skirtuminio stiprintuvo elektroninę grandinę (2 pav.) ir, esant sinfaziniam poveikiui $U_{in\ s}$, tenkinančiam mažo įėjimo signalo $U_{in\ s} \sim$ sąlygą, padavus sinfazinį įėjimo signalą $U_{in\ s}$ (2 pav. generatoriaus signalas $U_{in\ s}$ dviem tarpusavyje sujungtais bendraašio kabelio signaliniais laidais yra paduodamas į $U_{in\ 1}$ ir į $U_{in\ 2}$ – atitinkamus gnybtus „1“ ir „4“), pakartoti matavimus pagal 2 p.
4. Esant parafaziniam poveikiui $U_{in\ p}$ didelio įėjimo signalo atveju (1 pav.), kai nėra tenkinama mažo signalo sąlyga, išėjimuose $U_{iš\ 1}$ ir $U_{iš\ 2}$ oscilografo ekrane gauti atitinkamų išėjimo signalų $U_{iš\ 1} \sim$ ir $U_{iš\ 2} \sim$ ribojimą, ir išmatuoti suformuotų impulsų atitinkamų amplitudžių $U_{o\ iš\ 1}$ ir $U_{o\ iš\ 2}$ priklausomybę nuo pastoviosios srovės $I_{o\ =}$ stiprio: $I_{o\ =} = 0-5$ mA, kai dažnis $f_{in} = 1$ kHz. Nusibraizyti apribotų signalų $U_{iš\ 1} \sim$ ir $U_{iš\ 2} \sim$ oscilogramas, kai $I_{o\ =} = 2$ mA. Gautas priklausomybes $U_{o\ iš\ 1, 2}(I_{o\ =})$ pateikti grafiškai.

Literatūra

1. A. Lašas, V. Bartkevičius, G. Jasinevičienė, R. Šurna. Pramoninė elektronika, I dalis. Vilnius: Mokslas, 1988, 156–176 p. p.
2. B. P. Kietis, V. Palenskis. Netiesinės radiotechninės grandinės. Vilnius: VU, 1986, 115–122 p. p.

3. Č. Pavasaris. Puslaidininkiniai įtaisai. Veikimo ir taikymo pagrindai / I ir II d., 2010, Vilnius (http://rfk.ff.vu.lt/elektronikos_lab.htm) (I d.: 60–115 p. p., 272–274 p. p.; II d.: 138–139 p. p., 142–160 p. p.).

Matavimo grandinės



1 pav. Skirtuminio stiprintuvo elektroninė grandinė, esant skirtuminiam (parafaziniam) įėjimo signalui $U_{in1 \sim}$, kai $U_{in2 \sim} = 0$

$$C_1 = C_2 = 20 \mu\text{F}; R_1 = R_2 = R_9 = R_{10} = 12 \text{ k}\Omega, R_3 = R_8 = 2,4 \text{ k}\Omega, \\ R_4 = 1 \text{ k}\Omega, R_5 = 2,2 \text{ k}\Omega, R_6 = 470 \Omega;$$

$$E_{KE} = -10 \text{ V} - \text{„\u0110TAMPOS \u0160ALTINIS“} (0-20 \text{ V}); \\ I_o = \text{„SROV\u0116S \u0160ALTINIS“} (0-40 \text{ mA})$$

Darbo gynimo metu būtina atsakyti į šiuos klausimus:

- 1– kodėl esant parafaziniam poveikiui $U_{in\ p}$, skirtuminės stiprinimo pakopos išėjimuose $U_{iš\ 1, 2}$ atitinkamų signalų $U_{iš\ 1, 2}$ atitinkamos fazės $\varphi_{iš\ 1, 2}$ skiriasi π rad (arba 180°) ?
- 2– kodėl skirtuminės stiprinimo pakopos parafazinės įtampos $U_{in\ p}$ stiprinimo diferencinio koeficiento $K_{u\ p} = U_{iš\ p} / U_{in\ p}$ modulis $|K_{u\ p}| = 2 \cdot |K_{1, 2}|$, čia $K_{1, 2} = U_{iš\ 1, 2} / U_{in\ 1, 2}$ – tranzistorinių pakopų T_1 ir T_2 atitinkamų įtampų $U_{in\ 1, 2}$ stiprinimo diferencialiniai koeficientai.
- 3– kodėl skirtuminės stiprinimo pakopos sinfazinės įtampos $U_{in\ s}$ stiprinimo diferencinis koeficientas $K_{u\ s} = U_{iš\ s} / U_{in\ s} \cong 0$, o kartu ir $K_{1, 2} = 0$?
- 4– kodėl $K_{u\ p}$ mažai priklauso nuo E_{KE} , kai $|E_{KE}| \geq 5\text{ V}$, ir stipriai priklauso (kaip ?), kai $|E_{KE}| < 5\text{ V}$?