

Laboratorinis darbas Nr. 6

Tranzistorinis stiprintuvas

Teorijos klausimai

1. Tranzistorinio stiprintuvo (elementariosios stiprinimo pakopos) sandara ir veikimo principas su dvipoliu tranzistoriumi: bendrabazė (BB), bendraemiterė (BE), bendrakolektorė (BK) ir emiterinio kartotuvo (EK) tranzistorinės stiprinimo pakopos.
2. BB stiprinimo pakopos įėjimo ir išėjimo varžos pastoviajam ir kintamajam signalams. Įtampos, srovės ir galios diferencialiniai stiprinimo koeficientai atitinkamai $K_{u(b)}$, $K_{i(b)}$ ir $K_{p(b)}$.
3. BE stiprinimo pakopos įėjimo ir išėjimo varžos pastoviajam ir kintamajam signalams. Įtampos, srovės ir galios diferencialiniai stiprinimo koeficientai atitinkamai $K_{u(e)}$, $K_{i(e)}$ ir $K_{p(e)}$.
4. BK (EK) stiprinimo pakopos įėjimo ir išėjimo varžos pastoviajam ir kintamajam signalams. Įtampos, srovės ir galios diferencialiniai perdavimo koeficientai atitinkamai $K_{u(k)}$, $K_{i(k)}$ ir $K_{p(k)}$.
5. Stiprinimo pakopos grafinės analizės pagrindai: apkrovos R_a tiesė, darbo (veikos) taškas $\{U_{KB\ o, KE\ o}, I_{K\ o, E\ o}\}$ apkrovos tiesėje.
6. Darbo taško $\{U_{KB\ o, KE\ o}, I_{K\ o, E\ o}\}$ apkrovos R_a tiesėje kitimas, kai tranzistoriaus įėjime veikia pastovusis $U_{in =}$ ir kintamasis $U_{in \sim}$ pakopos įėjime U_{in} veikiančio signalo U_{in} sandai. Stiprinimo pakopos įtampos stiprinimo-perdavimo diferencialinio koeficiento K_u radimas grafiniu būdu.
7. Tiesinė tranzistorinio stiprintuvo veika – įėjime U_{in} veikiančio mažo signalo $u_{in}(t)$ sąlyga.
8. Netiesiniai signalo iškreipė schemos išėjime U_{is} – signalo $u_{in}(t)$ ribojimas tranzistoriaus soties ir nukirtimo veikos srityse.

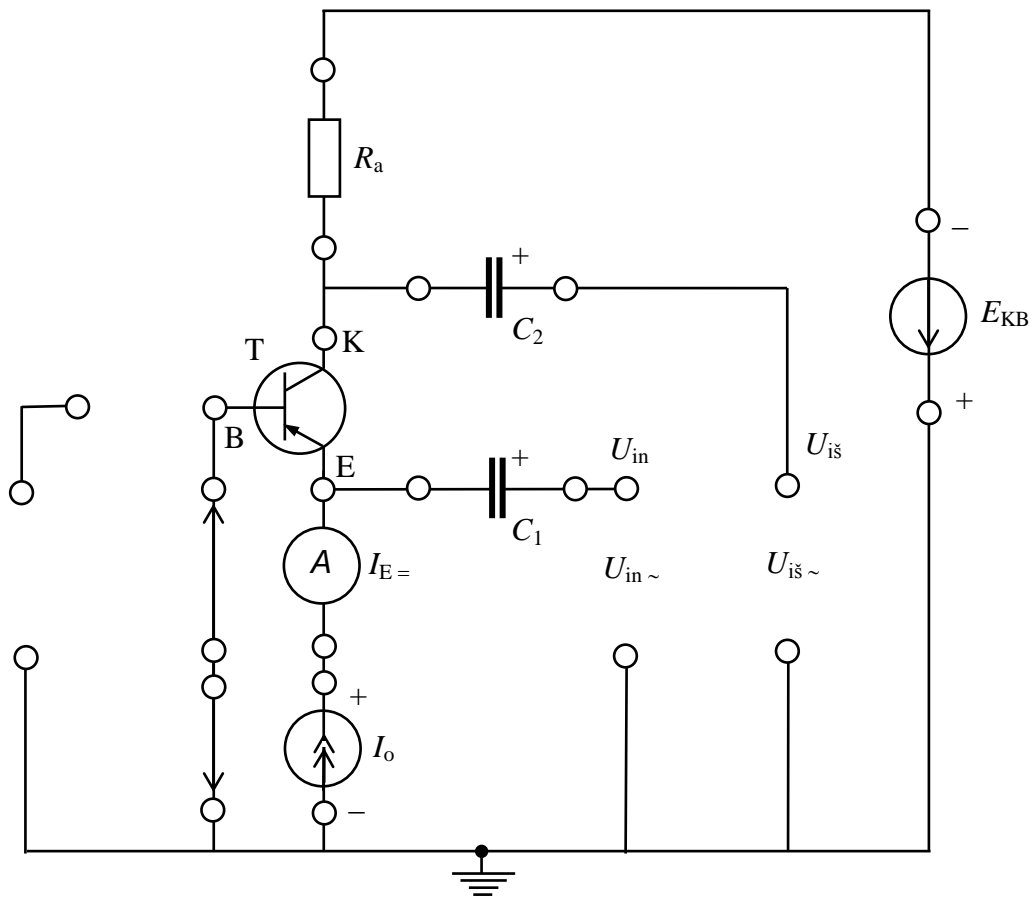
Praktinės užduotys

1. Matavimo stende sujungti BB stiprinimo pakopos elektroninę grandinę (1 pav.) ir, schemos įėjime U_{in} esant mažo įėjimo signalo $U_{in \sim}$ sąlygai, išmatuoti kintamosios įėjimo įtampos $U_{in \sim}$ stiprinimo diferencialinio koeficiento $K_{u(b)} = U_{is \sim} / U_{in \sim}$ priklausomybę nuo emiterio E pastoviosios srovės $I_{E =}$ stiprio, kai: $I_{E =} = 0\text{--}20$ mA, kolektoriaus K apkrovos rezistoriaus varža $R_a = 1$ k Ω , o įėjimo signalo $U_{in \sim}$ dažnis $f_{in} = 1$ kHz. Palyginti išėjimo $U_{is \sim}$ ir įėjimo $U_{in \sim}$ signalų fazes atitinkamai φ_{is} ir φ_{in} . Gautą įtampos $U_{in \sim}$ stiprinimo diferencialinio koeficiento priklausomybę $K_{u(b)}(I_{E =})$ pateikti grafiškai.
2. Matavimo stende sujungti BE stiprinimo pakopos elektroninę grandinę (2 pav.) ir, schemos įėjime U_{in} esant mažo įėjimo signalo $U_{in \sim}$ sąlygai, išmatuoti kintamosios įėjimo įtampos $U_{in \sim}$ stiprinimo diferencialinio koeficiento $K_{u(e)} = U_{is \sim} / U_{in \sim}$ priklausomybę nuo bazės B pastoviosios srovės $I_{B =}$ stiprio, kai: $I_{B =} = 0\text{--}200$ μ A, kolektoriaus K apkrovos rezistoriaus varža $R_a = 1$ k Ω , o įėjimo signalo $U_{in \sim}$ dažnis $f_{in} = 1$ kHz. Palyginti išėjimo $U_{is \sim}$ ir įėjimo $U_{in \sim}$ signalų fazes atitinkamai φ_{is} ir φ_{in} . Parinkdami bazės B pastoviosios srovės $I_{B =}$ stiprį, gaukite ir persibraižykite iš oscilografo ekrano būdingus išėjimo $U_{is \sim}$ signalo netiesinius iškreipė atvejus: a – kai yra ribojami abu harmoninio signalo $U_{is \sim}$ pusperiodžiai; b – kai yra ribojamas tik teigiamas signalo $U_{is \sim}$ pusperiodis, ir c – kai yra ribojamas tik neigiamas signalo $U_{is \sim}$ pusperiodis, ir užsirašykite atitinkamas bazės B srovių $I_{B =}$ vertes. Paaiškinti gautus rezultatus grafinės analizės metodu. Gautą priklausomybę $K_{u(e)}(I_{B =})$ pateikti grafiškai.
3. Matavimo stende sujungti EK stiprinimo pakopos elektroninę grandinę (3 pav.) ir, schemos įėjime U_{in} esant mažo įėjimo signalo $U_{in \sim}$ sąlygai, išmatuoti kintamosios įėjimo įtampos $U_{in \sim}$ perdavimo diferencialinio koeficiento $K_{u(k)} = U_{is \sim} / U_{in \sim}$ priklausomybę nuo bazės B pastoviosios srovės $I_{B =}$ stiprio, kai: $I_{B =} = 0\text{--}200$ μ A, emiterio E apkrovos rezistoriaus varža $R_a = 1$ k Ω , o įėjimo signalo $U_{in \sim}$ dažnis $f_{in} = 1$ kHz. Palyginti išėjimo $U_{is \sim}$ ir įėjimo $U_{in \sim}$ signalų fazes atitinkamai φ_{is} ir φ_{in} . Gautą priklausomybę $K_{u(k)}(I_{B =})$ pateikti grafiškai.

Literatūra

1. A. Lašas, V. Bartkevičius, G. Jasinevičienė, R. Šurna. Pramoninė elektronika, I dalis. Vilnius: Mokslas, 1988, 96–127 p. p.
2. 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., 248–256 p. p., 266–2281 p. p.; II d.: 100–122 p. p.).

Matavimo grandinės

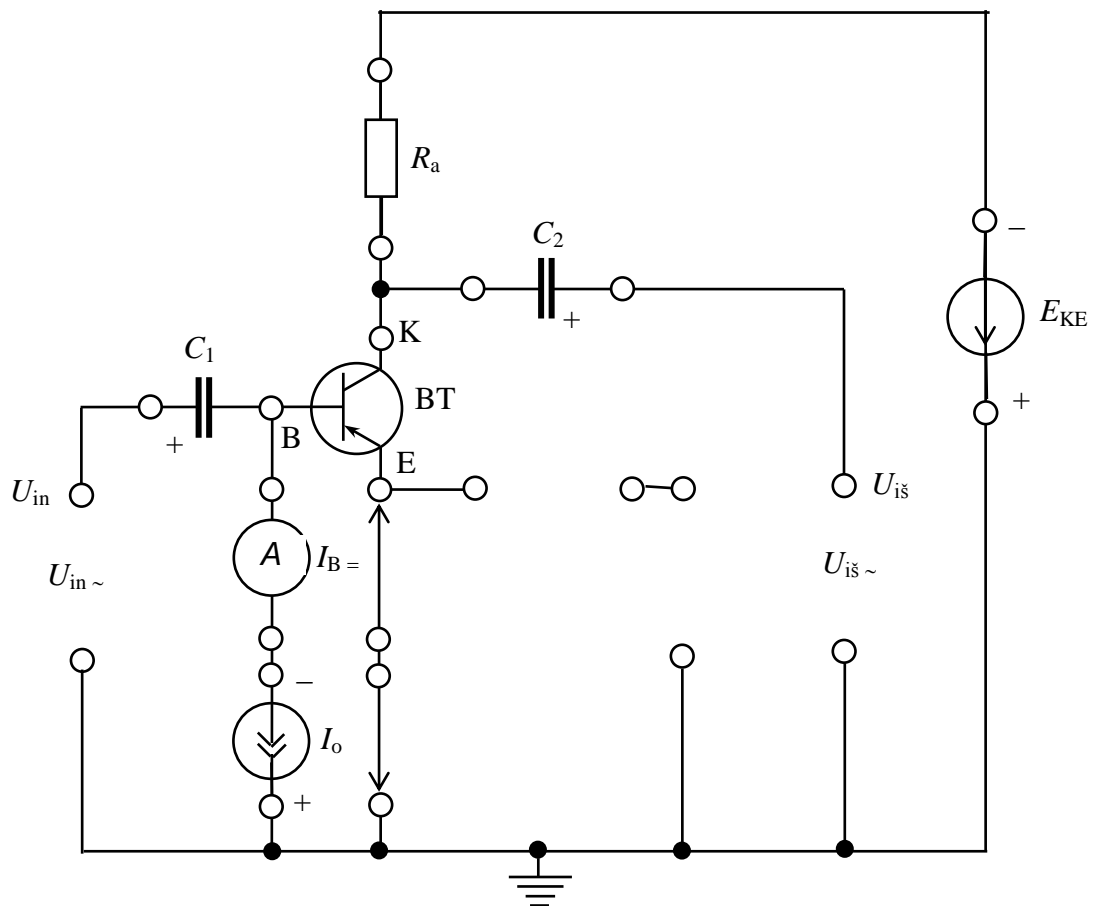


1 pav. BB stiprinimo pakopos elektroninė grandinė

$C_1 = C_2 = 20 \mu\text{F}$; $E_{KB} = -7, -10$ arba -15 V (nurodo dėstytojas)

I_o – „SROVĖS ŠALTINIS“ (0–40 mA);

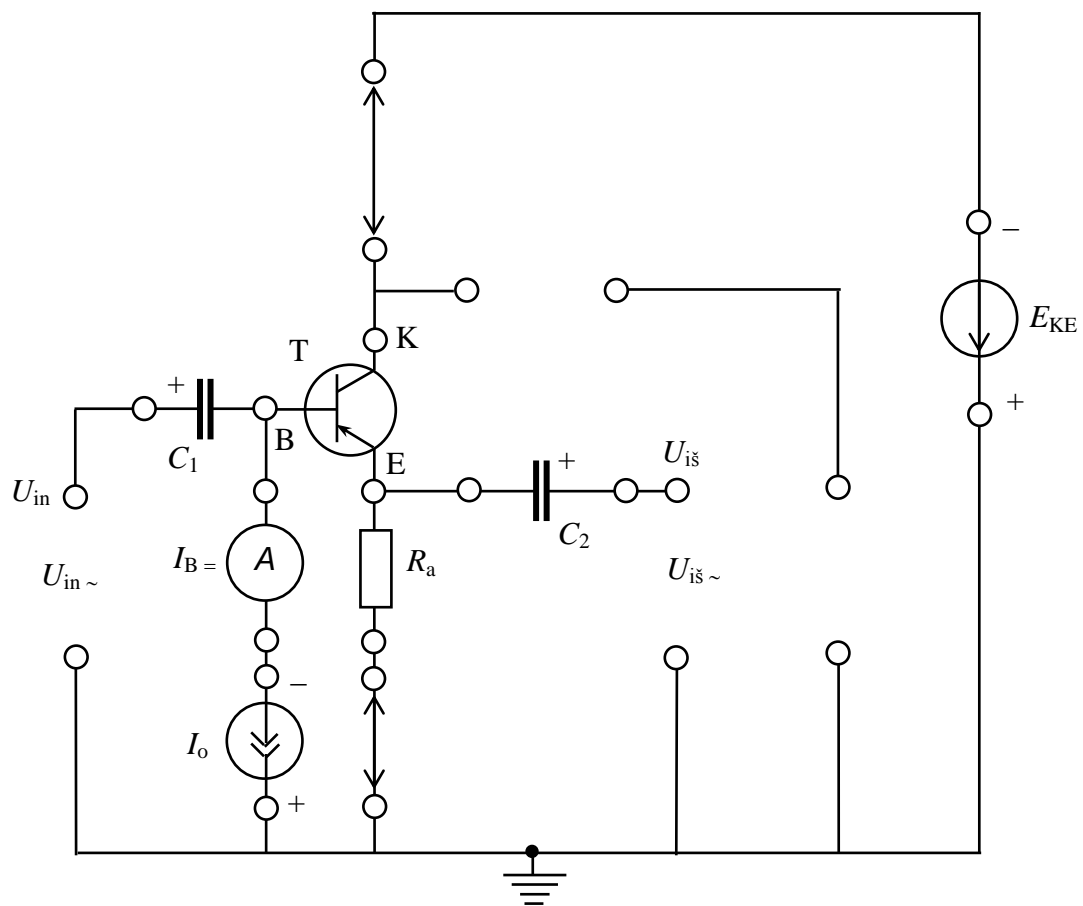
E_{KB} – „ĮTAMPOS ŠALTINIS“ (0–20 V)



2 pav. BE stiprinimo pakopos elektroninė grandinė

$C_1 = C_2 = 20 \mu\text{F}$; $E_{KE} = -7, -10$ arba -15 V (nurodo dėstytojas)

I_o – „SROVĖS ŠALTINIS“ (0–40 mA);
 E_{KE} – „ĮTAMPOS ŠALTINIS“ (0–20 V)



3 pav. EK stiprinimo pakopos elektroninė grandinė

$C_1 = C_2 = 20 \mu\text{F}$; $E_{KE} = -7, -10$ arba -15 V (nurodo dėstytojas)

I_o – „SROVĖS ŠALTINIS“ (0–40 mA);
 E_{KE} – „ĮTAMPOS ŠALTINIS“ (0–20 V)

Darbo gynimo metu būtina atsakyti į šiuos klausimus:

- 1– kodėl BB jungimo schemoje įėjimo U_{in} kintamosios įtampos $U_{in} \sim$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{u(b)}$ gali siekti 100 kartų ir priklauso nuo emiterio E pastoviosios srovės $I_{E=}$, kai įėjimo U_{in} kintamosios srovės $I_{in} \sim$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{i(b)} < 1$?
- 2– kodėl BB jungimo schemoje žemų dažnių $f_{in} \leq 10$ kHz diapazone išėjime U_{is} įtampos $U_{is} \sim$ fazė $\varphi_{is} \cong \varphi_{in} -$ įėjime U_{in} veikiančio poveikio signalo $U_{in} \sim$ fazė ?
- 3– kodėl BE jungimo schemoje įėjimo U_{in} kintamosios įtampos $U_{in} \sim$ ir srovės $I_{in} \sim$ diferencialiniai stiprinimo koeficientai $K_{u, i(e)}$ gali siekti 100 kartų ir priklauso nuo bazės B pastoviosios srovės $I_{B=}$?
- 4– kodėl BE jungimo schemoje žemų dažnių $f_{in} \leq 10$ kHz diapazone išėjime U_{is} įtampos $U_{is} \sim$ fazė $\varphi_{is} \cong \varphi_{in} - 180^\circ$ (arba $-\pi$ rad), čia φ_{in} įėjime U_{in} veikiančio poveikio signalo $U_{in} \sim$ fazė ?
- 5– kodėl BK, kartu ir EK, jungimo schemoje įėjimo U_{in} kintamosios įtampos $U_{in} \sim$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{u(k)} < 1$ ir mažai priklauso nuo bazės B pastoviosios srovės $I_{B=}$, kai įėjimo U_{in} kintamosios srovės $I_{in} \sim$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{i(k)}$ gali siekti 100 kartų ?
- 6– kodėl BK, kartu ir EK, jungimo schemoje žemų dažnių $f_{in} \leq 10$ kHz diapazone išėjime U_{is} įtampos $U_{is} \sim$ fazė $\varphi_{is} \cong \varphi_{in} -$ įėjime U_{in} veikiančio poveikio signalo $U_{in} \sim$ fazė ?