

(19)



(10) **LT 2012 112 A**

(12) **PARAIŠKOS APRAŠYMAS**

(21) Paraiškos numeris: **2012 112**

(51) Int. Cl. (2014.01): **G06F 7/00**
H03K 19/00

(22) Paraiškos padavimo data: **2012 12 12**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2014 06 25**

(62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: —

(85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: —

(30) Prioritetas: —

(71) Pareiškėjas:

Vilniaus Universitetas, Universiteto g. 3, LT-01513 Vilnius, LT
Česlovas PAVASARIS, Kryžiuokų sodų 8-oji g. 94, Vilnius, LT

(72) Išradėjas:

Česlovas PAVASARIS, LT

(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:

—

(54) Pavadinimas:

Skaitmeninių signalų komparatorius

(57) Referatas:

Pasiūlymas yra iš puslaidininkinės elektronikos srities, o būtent - automatikos bei skaitmeninių signalų apdorojimo technikos, ir gali būti vartojamas elektroninėse automatikos sistemose, skaitmeninio kodo signalų atpažinimo – tapatinimo įrenginiuose, skaičiavimo technikoje, o taip pat įvairiuose signalų apdorojimo įrenginiuose ir t. t. Pasiūlytuose skaitmeninių signalų komparatoriuose yra panaudoti puslaidininkiniai tetrodai ir dviejų galvaniškai atskirtų „žemių“- nulinio potencialo šynų schemotechninis principas. Palyginus su analogu šie skaitmeninių signalų komparatoriai pasižymi santykinai paprastesne schema ir tuo pačiu mažesniu elementų skaičiumi, o taip pat ir didesne greitimeika.

SKAITMENINIŲ SIGNALŲ KOMPARATORIUS

Pasiūlymas yra iš puslaidininkinės elektronikos srities, o būtent – automatikos bei skaitmeninių signalų apdorojimo technikos, ir gali būti vartojamas elektroninėse automatikos sistemose, skaitmeninio kodo signalų atpažinimo – tapatinimo įrenginiuose, skaičiavimo technikoje, o taip pat įvairiuose signalų apdorojimo įrenginiuose ir t. t.

Analogas yra sudarytas iš loginių elementų „NE“, „IR-NE“ bei „ARBA-NE“, kurių skaičius yra proporcingas $(10 \cdot n)$, kur: n – skaitmeninio signalo skilčių skaičius, ir loginiai elementai yra sudaryti iš dešimties ir daugiau tranzistorių kiekviename (HEF4585B, 4-bit magnitude comparator / © NXP B.V. 2011. Date of release: 21 November 2011. Document identifier: HEF4585B).

Analogo trukumas yra santykinai sudėtinga schema su gana daug skirtingų loginių elementų ir santykinai daug tranzistorių juose. Kitas esminis analogo trukumas yra santykinai ribota greitaveika dėl dvipolių arba lauko tranzistorių veikos.

Analogo trūkumams pašalinti įrenginyje, sudarytame iš dviejų n skilčių palyginamųjų skaitmeninių signalų $\{A\}$ ir $\{B\}$ įėjimų, bei gauto rezultato indikacijos trijų išėjimų: $\{A\} > \{B\}$ – daugiau, $\{A\} < \{B\}$ – mažiau ir $\{A\} = \{B\}$ – lygu, ir įtampos šaltinio, **papildomai** yra įjungti $(3 \cdot n)$ puslaidininkiniai tetrodai, kurie yra suskirstyti į trys grupes po n tetrodų grupėje – pirmoji, antroji ir trečioji grupės, kur pirmosios ir trečiosios grupių tetrodų bazių pirmieji išvadai yra sujungti su atitinkamais n skilčių palyginamųjų skaitmeninių signalų $\{A\}$ ir $\{B\}$ įėjimais, atitinkamai, o jų bazių antrieji išvadai – su pirmąja „žeme“ – nulinio potencialo pirmąja šina, pirmosios ir trečiosios grupių tetrodų kolektoriai yra sujungti su antrojo įtampos šaltinio pirmuoju poliumi, kurio antrasis polius yra sujungtas su antrąja „žeme“ – nulinio potencialo antrąja šina, kuri yra galvaniskai atskirta nuo pirmosios šinos, šių tetrodų emiteriai – su atitinkamų n pirmosios ir n antrosios grupių rezistorių pirmaisiais išvadais, kurių antrieji išvadai – su antrąja „žeme“, o antrosios grupės tetrodų bazių pirmieji ir antrieji išvadai – su atitinkamų pirmosios ir trečiosios grupių tetrodų emiteriais, antrosios grupės tetrodų kolektoriai – su pirmojo įtampos šaltinio pirmuoju poliumi, kurio antrasis polius yra sujungtas su pirmąja „žeme“, emiteriai – su apkrovos rezistoriaus pirmuoju išvadu ir įrenginio indikacijos $\{A\} = \{B\}$ išėjimu, o antrasis išvadas – su pirmąja „žeme“.

Kitame skaitmeninių signalų komparatoriaus variante, sudarytame iš dviejų n skilčių palyginamųjų skaitmeninių signalų $\{A\}$ ir $\{B\}$ įėjimų, bei gauto rezultato indikacijos trijų išėjimų: $\{A\} > \{B\}$ – daugiau, $\{A\} < \{B\}$ – mažiau ir $\{A\} = \{B\}$ – lygu, ir įtampos šaltinio, **papildomai** yra įjungti $(7 \cdot n)$ puslaidininkiniai tetrodai, kurie yra suskirstyti į septynes grupes po n tetrodų grupėje – pirmoji ÷ septintoji grupės, ir dar į dvi grupes po $(n - 1)$ tetrodų grupėje –

aštuntoji ir devintoji grupės, kur pirmosios ir trečiosios grupių tetrodų bazių pirmieji išvadai yra sujungti su atitinkamų ketvirtosios ir penktosios grupių tetrodų bazių antraisiais išvadais, kurių pirmieji išvadai – su n skilčių palyginamųjų skaitmeninių signalų $\{A\}$ ir $\{B\}$ įėjimais, atitinkamai, o pirmosios ir trečiosios grupių tetrodų bazių antrieji išvadai – su pirmąja „žeme“ – nulinio potencialo pirmąja šina, pirmosios ir trečiosios grupių tetrodų kolektoriai yra sujungti su antrojo įtampos šaltinio pirmuoju poliumi, kurio antrasis polius yra sujungtas su antrąja „žeme“ – nulinio potencialo antrąja šina, kuri yra galvaniskai atskirta nuo pirmosios šinos, šių tetrodų emiteriai – su atitinkamų n pirmosios ir n antrosios grupių rezistorių pirmaisiais išvadais, kurių antrieji išvadai – su antrąja „žeme“, o antrosios grupės tetrodų bazių pirmieji ir antrieji išvadai – su atitinkamų pirmosios ir trečiosios grupių tetrodų emiteriais, antrosios grupės tetrodų kolektoriai – su pirmojo įtampos šaltinio pirmuoju poliumi, kurio antrasis polius yra sujungtas su pirmąja „žeme“, emiteriai – su pirmojo apkrovos rezistoriaus pirmuoju išvadu ir įrenginio indikacijos $\{A\} = \{B\}$ išėjimu, o antrasis pirmojo apkrovos rezistoriaus išvadas – su pirmąja „žeme“, ketvirtosios ir penktosios grupių tetrodų kolektoriai – su atitinkamų n pirmosios ir n antrosios grupių srovės šaltinių pirmaisiais poliais, kurių antrieji poliai – su antrąja „žeme“, šių grupių pirmųjų tetrodų emiteriai – su atitinkamų šeštosios ir septintosios grupių pirmųjų tetrodų bazių pirmaisiais išvadais, o ketvirtosios ir penktosios grupių antrųjų ir visų kitų tetrodų emiteriai – su atitinkamų $(n - 1)$ aštuntosios ir $(n - 1)$ devintosios grupių tetrodų bazių pirmaisiais išvadais, kurių antrieji išvadai – su atitinkamais šeštosios ir septintosios grupių antrųjų ir visų kitų tetrodų bazių pirmaisiais išvadais, kurių antrieji išvadai – su antrąja „žeme“, šeštosios ir septintosios grupių visų tetrodų kolektoriai – su pirmojo įtampos šaltinio pirmuoju poliumi, o emiteriai – su atitinkamais antrojo ir trečiojo apkrovos rezistorių pirmaisiais išvadais ir su atitinkamais įrenginio indikacijos $\{A\} > \{B\}$ ir $\{A\} < \{B\}$ išėjimais, kur šių apkrovos rezistorių antrieji išvadai – su pirmąja „žeme“, ketvirtosios grupės pirmojo tetrodo emiteris – su aštuntosios grupės pirmojo tetrodo bazės antruoju išvadu ir su devintosios grupės pirmojo tetrodo emiteriu bei su šios grupės $(n - 1)$ - ojo tetrodo emiteriu, o penktosios grupės pirmojo tetrodo emiteris – su devintosios grupės pirmojo tetrodo bazės antruoju išvadu ir su aštuntosios grupės pirmojo tetrodo emiteriu bei su šios grupės $(n - 1)$ - ojo tetrodo emiteriu, kur aštuntosios ir devintosios grupių tetrodų kolektoriai – su antrąja „žeme“.

Principinės skaitmeninių signalų komparatorių schemas yra parodytos **Fig. 1** ir **Fig. 2**, kur skaičiais pažymėta: $1_1 \div 1_n \div 3_1 \div 3_n$ – pirmosios ÷ trečiosios grupių puslaidininkiniai tetrodai, atitinkamai; **4** – pirmasis įtampos šaltinis; **5** – pirmoji „žemė“; $6_0 \div 6_{(n-1)}$ ir $7_0 \div 7_{(n-1)}$ – n skilčių palyginamųjų skaitmeninių signalų $\{A\}$ ir $\{B\}$ įėjimai; $6_0 \rightarrow a_0$ ir $7_0 \rightarrow 7_0$ – jauniausiosios skilties, ..., $6_{(n-1)} \rightarrow a_{(n-1)}$ ir $7_{(n-1)} \rightarrow b_{(n-1)}$ – vyriausiosios skilties, atitinkamai; **8** – antroji „žemė“; $9_1 \div 9_n$ ir $10_1 \div 10_n$ – pirmosios ir antrosios grupių

rezistoriai, atitinkamai; **11** – antrasis įtampos šaltinis; **12** – apkrovos rezistorius – pirmasis; **13** – įrenginio indikacijos $\{A\} = \{B\}$ išėjimas; **14** $1, \dots, n \div 17$ $1, \dots, n$ – ketvirtosios $\div$ septintosios grupių tetrodai, atitinkamai; **18** $1, \dots, (n-1)$ ir **19** $1, \dots, (n-1)$ – aštuntosios ir devintosios grupių tetrodai, atitinkamai; **20** ir **21** – antrasis ir trečiasis apkrovos rezistoriai, atitinkamai; **22** ir **23** – įrenginio indikacijos $\{A\} > \{B\}$ ir $\{A\} < \{B\}$ išėjimai, atitinkamai; **24** $1, \dots, n$ ir **25** $1, \dots, n$ – pirmosios ir antrosios grupių srovės šaltiniai, atitinkamai.

Skaitmeninių signalų komparatoriaus schema (Fig. 1) yra sudaryta iš dviejų n skilčių palyginamųjų skaitmeninių signalų $\{A\}$ ir $\{B\}$ įėjimų $6_0 \div 6_{(n-1)}$ ir $7_0 \div 7_{(n-1)}$, gauto rezultato indikacijos išėjimo **13**- $\{A\} = \{B\}$ – lygu, bei įtampos šaltinių **4** ir **11**, kur papildomai yra įjungti $(3 \cdot n)$ puslaidininkiniai tetrodai, kurie yra suskirstyti į trys grupes po n tetrodų grupėje – pirmoji $1_1, \dots, n$, antroji $2_1, \dots, n$ ir trečioji $3_1, \dots, n$ grupės, kur pirmosios $1_1, \dots, n$ ir trečiosios $3_1, \dots, n$ grupių tetrodų bazių pirmieji išvadai yra sujungti su atitinkamais n skilčių palyginamųjų skaitmeninių signalų $\{A\}$ ir $\{B\}$ įėjimais $6_0, \dots, (n-1)$ ir $7_0, \dots, (n-1)$, atitinkamai, o jų bazių antrieji išvadai – su pirmąja „žeme“ – **5** – nulinio potencialo pirmąja šina **5**. Pirmosios $1_1, \dots, n$ ir trečiosios $3_1, \dots, n$ grupių tetrodų kolektoriai yra sujungti su antrojo įtampos šaltinio **11** pirmuoju poliumi, kurio antrasis polius yra sujungtas su antrąja „žeme“ – **8** – nulinio potencialo antrąja šina **8**, kuri yra galvaniskai atskirta nuo pirmosios šinos **5**. Šių tetrodų $1_1, \dots, n$ ir $3_1, \dots, n$ emiteriai yra sujungti su atitinkamų n pirmosios $9_1, \dots, n$ ir n antrosios $10_1, \dots, n$ grupių rezistorių pirmaisiais išvadais, kurių antrieji išvadai – su antrąja „žeme“ – **8**, o antrosios grupės tetrodų $2_1, \dots, n$ bazių pirmieji ir antrieji išvadai – su atitinkamų pirmosios $1_1, \dots, n$ ir trečiosios $3_1, \dots, n$ grupių tetrodų emiteriais. Antrosios grupės tetrodų $2_1, \dots, n$ kolektoriai yra sujungti su pirmojo įtampos šaltinio **4** pirmuoju poliumi, kurio antrasis polius yra sujungtas su pirmąja „žeme“ – **5**, o emiteriai – su apkrovos rezistoriaus **12** pirmuoju išvadu ir įrenginio išėjimu **13**- $\{A\} = \{B\}$, o rezistoriaus **12** antrasis išvadas – su pirmąja „žeme“ – **5**.

Kito skaitmeninių signalų komparatoriaus varianto schema (Fig. 2), yra sudaryta iš dviejų n skilčių palyginamųjų skaitmeninių signalų $\{A\}$ ir $\{B\}$ įėjimų $6_0, \dots, (n-1)$ ir $7_0, \dots, (n-1)$, gauto rezultato indikacijos trijų išėjimų: **22**- $\{A\} > \{B\}$ – daugiau, **23**- $\{A\} < \{B\}$ – mažiau ir **13**- $\{A\} = \{B\}$ – lygu, ir įtampos šaltinių **4** ir **11**, kur papildomai yra įjungti $(7 \cdot n)$ puslaidininkiniai tetrodai, kurie yra suskirstyti į septynes grupes po n tetrodų grupėje – pirmoji $1_1, \dots, n \div$ trečioji $3_1, \dots, n$ grupės, ketvirtoji $14_1, \dots, n \div$ septintoji $17_1, \dots, n$ grupės, ir dar į dvi grupes po $(n-1)$ tetrodų grupėje – aštuntoji $18_1, \dots, (n-1)$ ir devintoji $19_1, \dots, (n-1)$ grupės, kur pirmosios $1_1, \dots, n$ ir trečiosios $3_1, \dots, n$ grupių tetrodų bazių pirmieji išvadai yra sujungti su atitinkamų ketvirtosios $14_1, \dots, n$ ir penktosios $15_1, \dots, n$ grupių tetrodų bazių antraisiais išvadais, kurių pirmieji išvadai – su n skilčių palyginamųjų skaitmeninių signalų $\{A\}$ ir $\{B\}$ įėjimais $6_0, \dots, (n-1)$ ir $7_0, \dots, (n-1)$, atitinkamai. Pirmosios $1_1, \dots, n$ ir trečiosios $3_1, \dots, n$ grupių tetrodų bazių antrieji išvadai

yra sujungti su pirmąja „žeme“ - 5 – nulinio potencialo pirmąja šina 5, o šių grupių tetrodų $1_{1,...,n}$ ir $3_{1,...,n}$ kolektoriai yra sujungti su antrojo įtampos šaltinio 11 pirmuoju poliumi, kurio antrasis polius yra sujungtas su antrąja „žeme“ - 8 – nulinio potencialo antrąja šina 8, kuri yra galvaniškai atskirta nuo pirmosios šinos 5, ir šių tetrodų $1_{1,...,n}$ ir $3_{1,...,n}$ emiteriai – su atitinkamų n pirmosios $9_{1,...,n}$ ir n antrosios $10_{1,...,n}$ grupių rezistorių pirmaisiais išvadais, kurių antrieji išvadai – su antrąja „žeme“ - 8. Antrosios grupės tetrodų $2_{1,...,n}$ bazių pirmieji ir antrieji išvadai yra sujungti su atitinkamų pirmosios $1_{1,...,n}$ ir trečiosios $3_{1,...,n}$ grupių tetrodų emiteriais, o šių tetrodų $2_{1,...,n}$ kolektoriai – su pirmojo įtampos šaltinio 4 pirmuoju poliumi, kurio antrasis polius yra sujungtas su pirmąja „žeme“ - 5. Antrosios grupės tetrodų $2_{1,...,n}$ emiteriai yra sujungti su pirmojo apkrovos rezistoriaus 12 pirmuoju išvadu ir įrenginio indikacijos $\{A\} = \{B\}$ išėjimu 13, o antrasis rezistoriaus 12 išvadas – su pirmąja „žeme“ - 5. Ketvirtosios $14_{1,...,n}$ ir penktosios $15_{1,...,n}$ grupių tetrodų kolektoriai yra sujungti su atitinkamų n pirmosios $24_{1,...,n}$ ir n antrosios $25_{1,...,n}$ grupių srovės šaltinių pirmaisiais poliais, kurių antrieji poliai – su antrąja „žeme“ - 8, šių grupių pirmųjų tetrodų 14_1 ir 15_1 emiteriai – su atitinkamų šeštosios ir septintosios grupių pirmųjų tetrodų 16_1 ir 17_1 bazių pirmaisiais išvadais, o ketvirtosios ir penktosios grupių antrųjų 14_2 ir 15_2 , bei visų kitų tetrodų $14_{3,...,n}$ ir $15_{3,...,n}$ emiteriai – su atitinkamų $(n-1)$ aštuntosios $18_{1,...,(n-1)}$ ir $(n-1)$ devintosios $19_{1,...,(n-1)}$ grupių tetrodų bazių pirmaisiais išvadais, kurių antrieji išvadai – su atitinkamais šeštosios ir septintosios grupių antrųjų 16_2 ir 17_2 , bei visų kitų tetrodų $16_{3,...,n}$ ir $17_{3,...,n}$ bazių pirmaisiais išvadais, kurių antrieji išvadai – su antrąja „žeme“ - 8. Šeštosios $16_{1,...,n}$ ir septintosios $17_{1,...,n}$ grupių visų tetrodų kolektoriai yra sujungti su pirmojo įtampos šaltinio 4 pirmuoju poliumi, o emiteriai – su atitinkamais antrojo 20 ir trečiojo 21 apkrovos rezistorių pirmaisiais išvadais ir su atitinkamais įrenginio indikacijos $\{A\} > \{B\}$ ir $\{A\} < \{B\}$ išėjimais 22 ir 23, atitinkamai, kur šių apkrovos rezistorių 20 ir 21 antrieji išvadai – su pirmąja „žeme“ - 5. Ketvirtosios grupės pirmojo tetrodo 14_1 emiteris yra sujungtas su aštuntosios grupės pirmojo tetrodo 18_1 bazės antruoju išvadu ir su devintosios grupės pirmojo tetrodo 19_1 emiteriu, bei su šios grupės $(n-1)$ -ojo tetrodo $19_{(n-1)}$ emiteriu. Penktosios grupės pirmojo tetrodo 15_1 emiteris yra sujungtas su devintosios grupės pirmojo tetrodo 19_1 bazės antruoju išvadu ir su aštuntosios grupės pirmojo tetrodo 18_1 emiteriu, bei su šios grupės $(n-1)$ -ojo tetrodo $18_{(n-1)}$ emiteriu, kur aštuntosios $18_{1,...,(n-1)}$ ir devintosios $19_{1,...,(n-1)}$ grupių tetrodų kolektoriai – su antrąja „žeme“ - 8.

Skaitmeninių signalų komparatorius (Fig. 1) veikia tokiu būdu. Įjungus įtampos šaltinius 4 ir 11, visi tetrodai $1_{1,...,n}$, $2_{1,...,n}$ ir $3_{1,...,n}$ yra „uždaryti“ – schema energijos nevaržo, nes varža R_{KE} tarp jų kolektorių ir emiterių yra santykinai didelė, apie $0,1 \div 1 \text{ M}\Omega$ ir daugiau. Į bet kurį įrenginio įėjimą $6_{0,...,(n-1)}$ ir $7_{0,...,(n-1)}$ padavus n skilčių skaitmeninio dvejetainio $\{d\}$ ar Grėjaus $\{g\}$ kodo palyginamuosius skaičius $\{A\}$ ir $\{B\}$, atitinkamai, su loginio vieneto „1“

signalu $\pm U_{„1“}$, kurio poliaringumas yra „+“ arba „–“, ir kai signalas $\pm U_{„1“}$ tenkina būtiną sąlygą: $|\pm U_{„1“}| > I_{BBs} \cdot R_{BBs}$, kur: R_{BBs} – tetrodų $1_1, \dots, n \div 3_1, \dots, n$ bazių varžos R_{BB} tarp atitinkamų jų išvadų vertė, kai bazės srovė $I_{BB} \geq I_{BBs}$ – vertė, kuriai esant tetrodai persijungia į „atidarytą“ būseną, kurioje jų varža R_{KE} yra santykinai maža: $R_{KE} = R_{KEs} \cong 1 \div 10 \Omega$ ir mažiau. Esant šiai sąlygai, atitinkamas tetrodas 1_i ir 3_j , ar jų grupės $\{1_i, \dots, k\}$ ir $\{3_j, \dots, m\}$, persijungia į „atidarytą“ būseną, kurioje jų varža R_{KE} yra santykinai maža, apie $1 \div 10 \Omega$ ir mažiau, ir ši varža visiems „atidarytiems“ tetrodams yra R_{KEs} . Todėl per „atidarytus“ tetrodus 1_i ir 3_j , ar jų grupės $\{1_i, \dots, k\}$ ir $\{3_j, \dots, m\}$, pradeda tekėti atitinkamos srovės I_{KE} – kolektoriaus-emiterio srovė, kurios vertė yra: $I_{KE} \cong \mathcal{E}_2 / (R_{9,10} + R_{KEs})$, kur: $\mathcal{E}_2$ – antrojo įtampos šaltinio 11 evj vertė, o $R_{9,10}$ – pirmosios $9_1 \div 9_n$ ir antrosios $10_1 \div 10_n$ grupių rezistorių varžos, atitinkamai. Srovės I_{KE} poveikyje atitinkamuose rezistoriuose 9_i ir 10_j , ar jų grupėse $\{9_i, \dots, k\}$ ir $\{10_j, \dots, m\}$, atsiranda įtampa $U_{9(i, \dots, k), 10(j, \dots, m)} \cong I_{KE} \cdot R_{9,10}$, kurios vertė turi tenkinti būtiną sąlygą: $U_{9,10} \geq I_{BBs} \cdot R_{BBs} = U_{BBs}$ – tetrodų bazės įtampos tarp jos išvadų vertė, kai bazės srovė $I_{BB} \geq I_{BBs}$. Esant šiai sąlygai, per antrosios grupės $2_1, \dots, n$ tetrodo 2_e , ar jų grupės $\{2_e, \dots, l\}$, bazės tekės srovė I_{BBs} , kai šio tetrodo 2_e , ar jų grupės $\{2_e, \dots, l\}$, bazės įtampa $U_{BB2(e, \dots, l)} \cong |U_{9(e, \dots, l)} - U_{10(e, \dots, l)}| = U_{BBs}$. Šios srovės I_{BBs} poveikyje atitinkamas tetrodas 2_e , ar jų grupė $\{2_e, \dots, l\}$, „atsidaro“ ir apkrovos rezistoriuje 12, o tuo pačiu ir įrenginio indikacijos $\{A\} = \{B\}$ išėjime 13 turime signalą $\pm U_{(A \neq B)} \cong \pm \mathcal{E}_1$ – pirmojo įtampos šaltinio 4 evj vertė, kuri atitinka loginį vieneta „1“ ir tai reiškia, jog $\{A\} \neq \{B\}$. Kai įrenginio įėjimuose $6_0, \dots, (n-1)$ ir $7_0, \dots, (n-1)$ turime palyginamuosius skaičius $\{A\} = \{B\}$, tai visi tetrodai $2_1, \dots, n$ yra „uždaryti“, nes šiuo atveju $U_{BB2(e, \dots, l)} \cong |U_{9(e, \dots, l)} - U_{10(e, \dots, l)}| = 0$, ir įrenginio indikacijos $\{A\} = \{B\}$ išėjime 13 turime signalą $U_{(A \neq B)} \cong 0$, kas atitinka loginį nulį „0“ ir tai reiškia, jog $\{A\} = \{B\}$. Šią loginę indikaciją galima pakeisti įrenginio išėjime 13 prijungus loginį invertorių (apgėžiklį) „NE“, ko pasėkoje turėsime: kai $\{A\} = \{B\}$, tai išėjime 13 turime loginį signalą „1“, o kai $\{A\} \neq \{B\}$ – loginį „0“. Loginis invertorius gali būti padarytas su dvipolių tranzistoriumi, įjungtu bendro emiterio schemoje ir veikiančio „rakto“ veikioje – „įjungtas“ arba „išjungtas“, analogiškai puslaidininkinio tetrodo būsenoms.

Kitas skaitmeninių signalų komparatoriaus variantas (Fig. 2) veikia tokiu būdu. Įjungus įtampos šaltinius 4 ir 11, bei srovės šaltinius $24_1, \dots, n$ ir $25_1, \dots, n$, visi tetrodai $1_1, \dots, n \div 3_1, \dots, n$, $14_1, \dots, n \div 17_1, \dots, n$, $18_1, \dots, (n-1)$ ir $19_1, \dots, (n-1)$ yra „uždaryti“ – schema energijos nevartoja, nes varža R_{KE} tarp jų kolektorių ir emiterių yra santykinai didelė, apie $0,1 \div 1 M\Omega$ ir daugiau. Į bet kurį įrenginio įėjimą $6_0, \dots, (n-1)$ ir $7_0, \dots, (n-1)$ padavus n skilčių skaitmeninio dvejetainio $\{d\}$ ar Grėjaus $\{g\}$ kodo palyginamuosius skaičius $\{A\}$ ir $\{B\}$, atitinkamai, su loginio vieneto „1“ signalu $\pm U_{„1“}$, kurio poliaringumas yra „+“ arba „–“, ir kai signalas $\pm U_{„1“}$ tenkina būtiną

sąlyga: $|\pm U_{„1“}| > 2 \cdot I_{BBs} \cdot R_{BBs}$, kur: R_{BBs} – tetrodų $1_{1, \dots, n} \div 3_{1, \dots, n}$, $14_{1, \dots, n}$ ir $15_{1, \dots, n}$ bazių varžos R_{BB} tarp atitinkamų jų išvadų vertė, kai bazės srovė $I_{BB} \geq I_{BBs}$ – vertė, kuriai esant tetrodai persijungia į „atidarytą“ būseną, kurioje jų varža R_{KE} yra santykinai maža: $R_{KE} = R_{KEs} \cong 1 \div 10 \Omega$ ir mažiau. Esant šiai sąlygai, atitinkami tetrodai 1_i , 3_j , 14_i ir 15_j , ar jų grupės $\{1_{i, \dots, k}\}$, $\{3_{j, \dots, m}\}$, $\{14_{i, \dots, k}\}$ ir $\{15_{j, \dots, m}\}$, persijungia į „atidarytą“ būseną, kurioje jų varža R_{KE} yra santykinai maža, apie $1 \div 10 \Omega$ ir mažiau, ir ši varža visiems „atidarytiems“ tetrodams yra R_{KEs} . Todėl per „atidarytus“ tetrodus 1_i ir 3_j , ar jų grupės $\{1_{i, \dots, k}\}$ ir $\{3_{j, \dots, m}\}$, pradeda tekėti atitinkamos srovės I_{KE} – kolektoriaus-emiterio srovė, kurios vertė yra: $I_{KE} \cong \mathcal{E}_2 / (R_{9, 10} + R_{KEs})$, kur: $\mathcal{E}_2$ – antrojo įtampos šaltinio 11 *evj* vertė, o $R_{9, 10}$ – pirmosios $9_1 \div 9_n$ ir antrosios $10_1 \div 10_n$ grupių rezistorių varžos, atitinkamai. Srovės I_{KE} poveikyje atitinkamuose rezistoriuose 9_i ir 10_j , ar jų grupėse $\{9_{i, \dots, k}\}$ ir $\{10_{j, \dots, m}\}$, atsiranda įtampa $U_{9(i, \dots, k), 10(j, \dots, m)} \cong I_{KE} \cdot R_{9, 10}$, kurios vertė turi tenkinti būtiną sąlygą: $U_{9, 10} \geq I_{BBs} \cdot R_{BBs} = U_{BBs}$ – tetrodų bazės įtampos tarp jos išvadų vertė, kai bazės srovė $I_{BB} \geq I_{BBs}$. Esant šiai sąlygai, per antrosios grupės $2_{1, \dots, n}$ tetrodo 2_e , ar jų grupės $\{2_{e, \dots, l}\}$, bazės tekės srovė I_{BBs} , kai šio tetrodo 2_e , ar jų grupės $\{2_{e, \dots, l}\}$, bazės įtampa $U_{BB2(e, \dots, l)} \cong |U_{9(e, \dots, l)} - U_{10(e, \dots, l)}| = U_{BBs}$. Šios srovės I_{BBs} poveikyje atitinkamas tetrodas 2_e , ar jų grupė $\{2_{e, \dots, l}\}$, „atsidaro“ ir apkrovos rezistoriuje 12, o tuo pačiu ir įrenginio indikacijos $\{A\} = \{B\}$ išėjime 13 turime signalą $\pm U_{(A \neq B)} \cong \pm \mathcal{E}_1$ – pirmojo įtampos šaltinio 4 *evj* vertė, kuri atitinka loginį vienetą „1“ ir tai reiškia, jog $\{A\} \neq \{B\}$. Kai įrenginio įėjimuose $6_{0, \dots, (n-1)}$ ir $7_{0, \dots, (n-1)}$ turime vienodus palyginamuosius skaičius $\{A\} = \{B\}$, tai visi tetrodai $2_{1, \dots, n}$ yra „uždaryti“, nes šiuo atveju $U_{BB2(e, \dots, l)} \cong |U_{9(e, \dots, l)} - U_{10(e, \dots, l)}| = 0$, ir įrenginio indikacijos $\{A\} = \{B\}$ išėjime 13 turime signalą $U_{(A=B)} \cong 0$, kas atitinka loginį nulį „0“ ir tai reiškia, jog $\{A\} = \{B\}$. Šią loginę indikaciją galima pakeisti įrenginio išėjime 13 prijungus loginį invertorių (apgėžiklį) „NE“, ko pasėkoje turėsime: kai $\{A\} = \{B\}$, tai išėjime 13 turime loginį signalą „1“, o kai $\{A\} \neq \{B\}$ – loginį „0“. Atveju, kai įrenginio įėjimuose $6_{0, \dots, (n-1)}$ ir $7_{0, \dots, (n-1)}$ turime vienodus palyginamuosius skaičius $\{A\} = \{B\}$, tose įėjimų skiltyse 6_i ir 7_i , ar jų grupėse $\{6_{i, \dots, j}\}$ ir $\{7_{i, \dots, j}\}$, kuriose veikia signalai $\pm U_{„1“} \rightarrow „1“$, atitinkami tetrodai $14_{(i+1)}$ ir $15_{(i+1)}$, ar jų grupės $\{14_{(i+1), \dots, (j+1)}\}$ ir $\{15_{(i+1), \dots, (j+1)}\}$, yra „atidaryti“ ir tai sąlygoja atitinkamų srovės šaltinių $24_{(i+1)}$ ir $25_{(i+1)}$, ar jų grupių $\{24_{(i+1), \dots, (j+1)}\}$ ir $\{25_{(i+1), \dots, (j+1)}\}$, prijungimą prie atitinkamų tetrodų $16_{(i+1)}$ ir $17_{(i+1)}$, ar jų grupių $\{16_{(i+1), \dots, (j+1)}\}$ ir $\{17_{(i+1), \dots, (j+1)}\}$, bei 18_i ir 19_i , ar jų grupių $\{18_{i, \dots, j}\}$ ir $\{19_{i, \dots, j}\}$, bazių, kur: $i = 0, 1, \dots, (n-1)$, ir $j > i$. Srovės šaltinių $24_{1, \dots, n}$ ir $25_{1, \dots, n}$ generuojamos srovės $I_o \geq I_{BBs}$, kas sąlygoja atitinkamų tetrodų $16_{(i+1)}$ ir $17_{(i+1)}$, ar jų grupių $\{16_{(i+1), \dots, (j+1)}\}$ ir $\{17_{(i+1), \dots, (j+1)}\}$, bei 18_i ir 19_i , ar jų grupių $\{18_{i, \dots, j}\}$ ir $\{19_{i, \dots, j}\}$, „atidarymą“, o tai savo ruožtu sąlygoja

pirmojo įtampos šaltinio 4 „prijungimą“ prie antrojo apkrovos rezistoriaus 20 per „atidarytus“ tetrodus $16_{(i+1)}$, ar jų grupes $\{16_{(i+1)}, \dots, (j+1)\}$, ir šio šaltinio 4 „prijungimą“ prie trečiojo apkrovos rezistoriaus 21 per „atidarytus“ tetrodus $17_{(i+1)}$, ar jų grupes $\{17_{(i+1)}, \dots, (j+1)\}$, kas savo ruožtu sąlygoja loginio signalo „1“ formavimą atitinkamame įrenginio indikacijos išėjime $22 \rightarrow \{A\} > \{B\}$, ir $23 \rightarrow \{A\} < \{B\}$, kur loginio signalo „1“ vertė yra $\pm \varepsilon_1$. Atidaryti tetrodai 18_i ir 19_i , ar jų grupės $\{18_i, \dots, j\}$ ir $\{19_i, \dots, j\}$, sąlygoja atitinkamų tetrodų $17_{(i+1)}$ ir $16_{(i+1)}$, ar jų grupės $\{17_{(i+1)}, \dots, (j+1)\}$ ir $\{16_{(i+1)}, \dots, (j+1)\}$, bazių šuntavimą ir tuo pačiu jų „uždarymą“, nes šunto metu jų bazės srovė $I_{BB} < I_{BBs}$, o tai savo ruožtu sąlygoja įtampos šaltinio 4 „atjungimą“ nuo atitinkamo apkrovos rezistoriaus 21 ar 20, ko pasėkoje atitinkamame įrenginio indikacijos išėjime $23 \rightarrow \{A\} < \{B\}$ ar $22 \rightarrow \{A\} > \{B\}$ turime loginį signalą „0“. Taigi, kai įrenginio įėjimuose $6_0, \dots, (n-1)$ ir $7_0, \dots, (n-1)$ turime įvairius palyginamuosius dvejetainius skaičius $\{A\} = \{B\}$, tai įrenginio indikacijos išėjime $22 \rightarrow \{A\} > \{B\}$, $13 \rightarrow \{A\} = \{B\}$ ir $23 \rightarrow \{A\} < \{B\}$ loginių signalų vertės yra pateiktos veikos lentelėje:

Dvejetainio skaičiaus $\{A\}$ skilčių $\{a_k\}$ loginės vertės			Dvejetainio skaičiaus $\{B\}$ skilčių $\{b_k\}$ loginės vertės			Įrenginio indikacijos išėjimuose loginės vertės		
$a_{(n-1)}$	a_1	a_0	$b_{(n-1)}$	b_1	b_0	$U_{(a>b)}$	$U_{(a=b)}$	$U_{(a<b)}$
„0“	„0“	„0“	„0“	„0“	„0“	„0“	„0“ („1“)	„0“
„0“	„0“	„1“	„0“	„0“	„0“	„1“	„1“ („0“)	„0“
„0“	„0“	„0“	„0“	„0“	„1“	„0“	„1“ („0“)	„1“
„0“	„0“	„1“	„0“	„0“	„1“	„1“	„0“ („1“)	„1“
„0“	„1“	„0“	„0“	„1“	„0“	„0“	„0“ („1“)	„0“
„0“	„1“	„1“	„0“	„1“	„1“	„0“	„0“ („1“)	„0“
„1“	„0“	„0“	„0“	„1“	„1“	„1“	„1“ („0“)	„0“
...	...	...	...	...	...	...	...	...

kur skliaustuose pateiktos loginės vertės įrenginio indikacijos išėjime $13 \rightarrow U_{(a=b)}$ atitinka įrenginio variantą (Fig. 2) su loginiu invertoriumi (apgėžikliu) „NE“, prijungtu prie išėjimo 13.

Palyginus su analogu šie skaitmeninių signalų komparatoriai (tapatintuvai) pasižymi santykinai paprastesne schema ir todėl mažesniu elementų skaičiumi, o taip pat didesne veikos sparta.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Skaitmeninių signalų komparatorius, sudarytas iš dviejų n skilčių palyginamųjų skaitmeninių signalų $\{A\}$ ir $\{B\}$ įėjimų, bei gauto rezultato indikacijos trijų išėjimų: $\{A\} > \{B\}$ – daugiau, $\{A\} < \{B\}$ – mažiau ir $\{A\} = \{B\}$ – lygu, ir įtampos šaltinio, **b e s i s k i r i a n t i s** tuo, kad papildomai yra įjungti $(3 \cdot n)$ puslaidininkiniai tetrodai, kurie yra suskirstyti į trys grupes po n tetrodų grupėje – pirmoji, antroji ir trečioji grupės, kur pirmosios ir trečiosios grupių tetrodų bazių pirmieji išvadai yra sujungti su atitinkamais n skilčių palyginamųjų skaitmeninių signalų $\{A\}$ ir $\{B\}$ įėjimais, atitinkamai, o jų bazių antrieji išvadai – su pirmąja „žeme“ – nulinio potencialo pirmąja šina, pirmosios ir trečiosios grupių tetrodų kolektoriai yra sujungti su antrojo įtampos šaltinio pirmuoju poliumi, kurio antrasis polius yra sujungtas su antrąja „žeme“ – nulinio potencialo antrąja šina, kuri yra galvaniskai atskirta nuo pirmosios šinos, šių tetrodų emiteriai – su atitinkamų n pirmosios ir n antrosios grupių rezistorių pirmaisiais išvadais, kurių antrieji išvadai – su antrąja „žeme“, o antrosios grupės tetrodų bazių pirmieji ir antrieji išvadai – su atitinkamų pirmosios ir trečiosios grupių tetrodų emiteriais, antrosios grupės tetrodų kolektoriai – su pirmojo įtampos šaltinio pirmuoju poliumi, kurio antrasis polius yra sujungtas su pirmąja „žeme“, emiteriai – su apkrovos rezistoriaus pirmuoju išvadu ir įrenginio indikacijos $\{A\} = \{B\}$ išėjimu, o antrasis išvadas – su pirmąja „žeme“.

2. Skaitmeninių signalų komparatorius, sudarytas iš dviejų n skilčių palyginamųjų skaitmeninių signalų $\{A\}$ ir $\{B\}$ įėjimų, bei gauto rezultato indikacijos trijų išėjimų: $\{A\} > \{B\}$ – daugiau, $\{A\} < \{B\}$ – mažiau ir $\{A\} = \{B\}$ – lygu, ir įtampos šaltinio, **b e s i s k i r i a n t i s** tuo, kad papildomai yra įjungti $(7 \cdot n)$ puslaidininkiniai tetrodai, kurie yra suskirstyti į septynes grupes po n tetrodų grupėje – pirmoji ÷ septintoji grupės, ir dar į dvi grupes po $(n - 1)$ tetrodų grupėje – aštuntoji ir devintoji grupės, kur pirmosios ir trečiosios grupių tetrodų bazių pirmieji išvadai yra sujungti su atitinkamų ketvirtosios ir penktosios grupių tetrodų bazių antraisiais išvadais, kurių pirmieji išvadai – su n skilčių palyginamųjų skaitmeninių signalų $\{A\}$ ir $\{B\}$ įėjimais, atitinkamai, o pirmosios ir trečiosios grupių tetrodų bazių antrieji išvadai – su pirmąja „žeme“ – nulinio potencialo pirmąja šina, pirmosios ir trečiosios grupių tetrodų kolektoriai yra sujungti su antrojo įtampos šaltinio pirmuoju poliumi, kurio antrasis polius yra sujungtas su antrąja „žeme“ – nulinio potencialo antrąja šina, kuri yra galvaniskai atskirta nuo pirmosios šinos, šių tetrodų emiteriai – su atitinkamų n pirmosios ir n antrosios grupių rezistorių pirmaisiais išvadais, kurių antrieji išvadai – su antrąja „žeme“, o antrosios grupės tetrodų bazių pirmieji ir antrieji išvadai – su atitinkamų pirmosios ir trečiosios grupių tetrodų emiteriais, antrosios grupės tetrodų kolektoriai – su pirmojo įtampos šaltinio pirmuoju poliumi, kurio antrasis polius yra sujungtas su pirmąja „žeme“, emiteriai – su pirmojo apkrovos rezistoriaus pirmuoju išvadu ir įrenginio indikacijos $\{A\} = \{B\}$ išėjimu, o antrasis pirmojo apkrovos

rezistoriaus išvadas – su pirmąja „žeme“, ketvirtosios ir penktosios grupių tetrodų kolektoriai – su atitinkamų n pirmosios ir n antrosios grupių srovės šaltinių pirmaisiais poliais, kurių antrieji poliai – su antrąja „žeme“, šių grupių pirmųjų tetrodų emiteriai – su atitinkamų šeštosios ir septintosios grupių pirmųjų tetrodų bazių pirmaisiais išvadais, o ketvirtosios ir penktosios grupių antrųjų ir visų kitų tetrodų emiteriai – su atitinkamų $(n - 1)$ aštuntosios ir $(n - 1)$ devintosios grupių tetrodų bazių pirmaisiais išvadais, kurių antrieji išvadai – su atitinkamais šeštosios ir septintosios grupių antrųjų ir visų kitų tetrodų bazių pirmaisiais išvadais, kurių antrieji išvadai – su antrąja „žeme“, šeštosios ir septintosios grupių visų tetrodų kolektoriai – su pirmojo įtampos šaltinio pirmuoju poliumi, o emiteriai – su atitinkamais antrojo ir trečiojo apkrovos rezistorių pirmaisiais išvadais ir su atitinkamais įrenginio indikacijos $\{A\} > \{B\}$ ir $\{A\} < \{B\}$ išėjimais, kur šių apkrovos rezistorių antrieji išvadai – su pirmąja „žeme“, ketvirtosios grupės pirmojo tetrodo emiteris – su aštuntosios grupės pirmojo tetrodo bazės antruoju išvadu ir su devintosios grupės pirmojo tetrodo emiteriu bei su šios grupės $(n - 1)$ -ojo tetrodo emiteriu, o penktosios grupės pirmojo tetrodo emiteris – su devintosios grupės pirmojo tetrodo bazės antruoju išvadu ir su aštuntosios grupės pirmojo tetrodo emiteriu bei su šios grupės $(n - 1)$ -ojo tetrodo emiteriu, kur aštuntosios ir devintosios grupių tetrodų kolektoriai – su antrąja „žeme“.

3. Skaitmeninių signalų komparatorius pagal 1 ir 2 punktus, **b e s i s k i r i a n t i s** tuo, kad prie įrenginio indikacijos $\{A\} = \{B\}$ išėjimo yra prijungtas loginis invertorius „NE“.

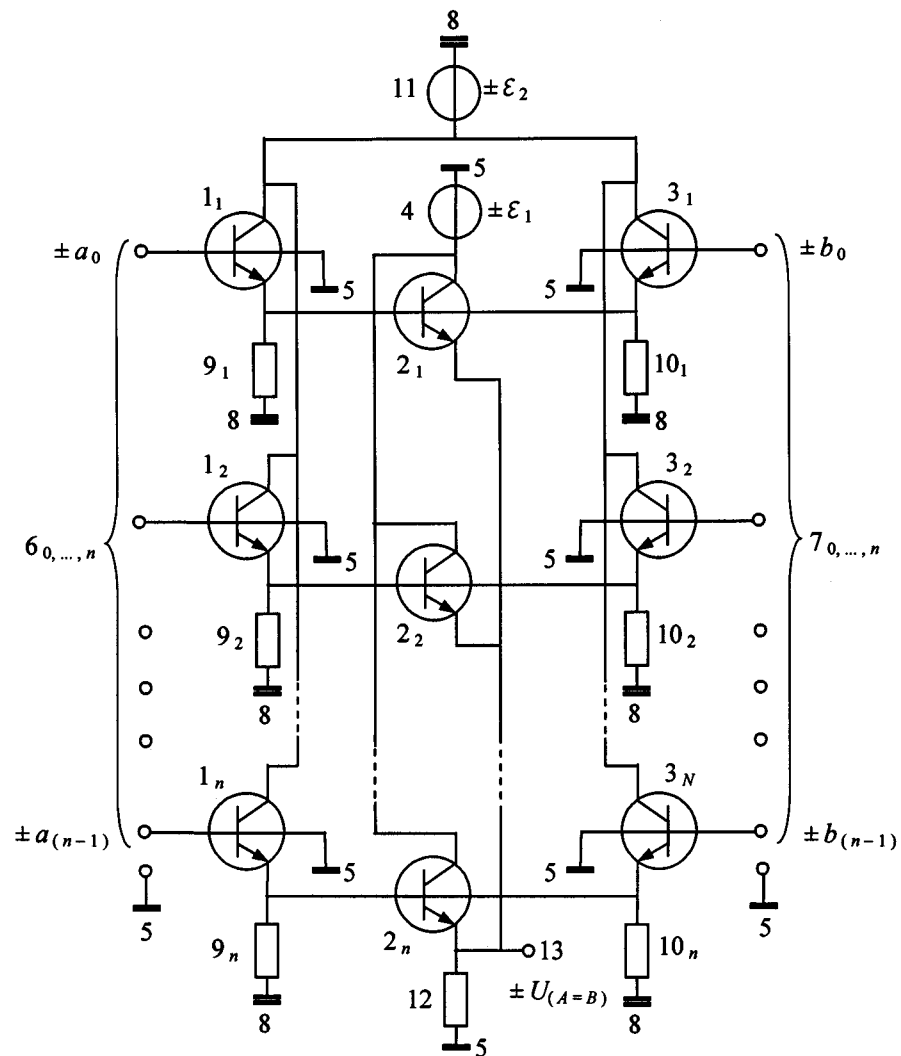


Fig. 1

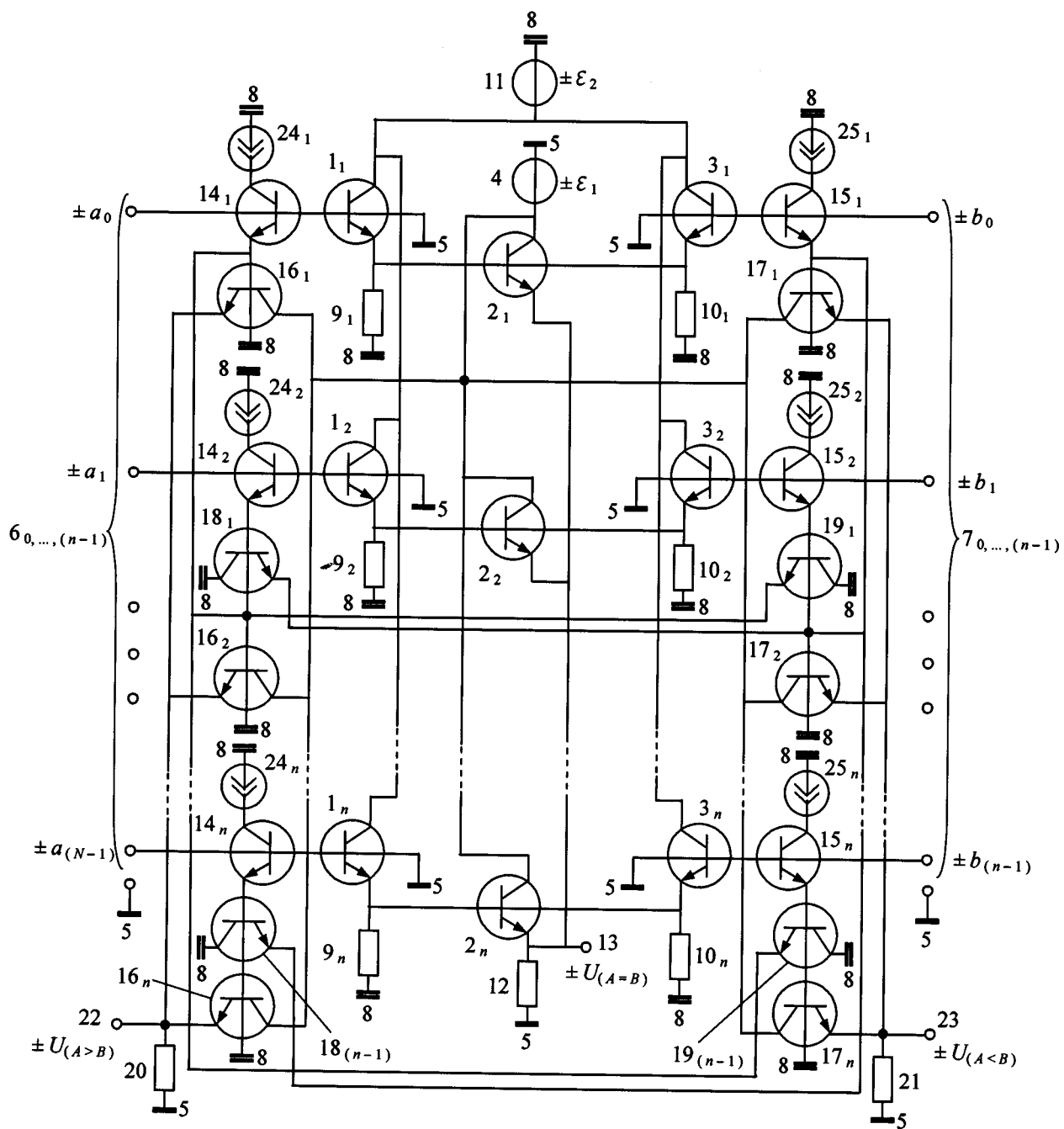


Fig. 2