

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(21) Paraiškos numeris: **2020 042**
(22) Paraiškos padavimo data: **2020-11-25**
(41) Paraiškos paskelbimo data: **2022-05-25**
(45) Patento paskelbimo data: **2022-10-10**

(73) Patento savininkas:
Vilniaus universitetas, Universiteto g. 3, 01513 Vilnius, LT
Česlovas PAVASARIS, Kryžiuokų sodų 8-oji g. 94, 08444 Vilnius, LT
(72) Išradėjas:
Česlovas PAVASARIS, LT
(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:
Česlovas PAVASARIS, Kryžiuokų sodų 8-oji g. 94, 08444 Vilnius, LT

LT 6945 B

(54) Pavadinimas:

Daugiafunkcinis puslaidininkinis įtaisas ir schemos su juo (1)

(57) Referatas:

Pasiūlymas yra iš puslaidininkinės elektronikos srities, o būtent daugiaviečių (kelių funkcijų, multifunkcinių) puslaidininkinių įtaisų (DFPI (KFP), MFPI)), turinčių keturis ir daugiau kontaktų-išvadų, ir gali būti vartojami įvairios paskirties elektroniniuose įrenginiuose – stiprintuvuose, dažnių maišikliuose-keitikliuose, harmoninių ir impulsinių signalų generatoriuose, impulsų formuotuvuose, ir t. t. Pasiūlytuose DFPI yra kitaip padarytos darinių konstrukcijos, taikant integrinės elektronikos technologijas, lauko ir dvipolio tranzistorių bei p-n sandūrų nusukdintų sričių užtrumpinimo veikos principus. Palyginus su analogu, pasiūlyti DFPI konstrukcijos variantai pasižymi didesnėmis valdymo funkcinėmis savybėmis, integriniu išpildymu ir galimybe veikti įvairios paskirties superaukšto dažnio bei subnanosekundinės spartos – perjungimų frontai $t_{(r, f)} \leq 1$ ns, elektroniniuose įrenginiuose: stiprintuvuose, generatoriuose, impulsų formuotuvuose, dažnio keitikliuose ir maišikliuose.

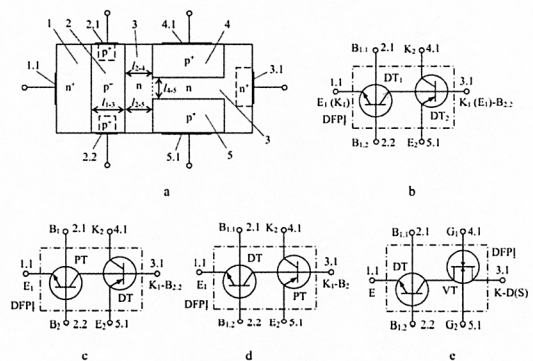


Fig. 1

Pasiūlymas yra iš puslaidininkinės elektronikos srities, o būtent daugiafunkcinių (kelių funkcijų, multifunkcinių) puslaidininkinių įtaisų (DFPI (KFP), MFP)), turinčių keturis ir daugiau kontaktų-išvadų – gnybtų, ir gali būti vartojami įvairios paskirties elektroniniuose įrenginiuose – stiprintuvuose, dažnių maišikliuose-keitikliuose, harmoninių ir impulsinių signalų generatoriuose, impulsų formuotuvuose, ir t. t.

Analogas yra sudarytas iš trijų besikeičiančio laidumo tipo puslaidininkinių sluoksnių – pirmojo (1)–trečiojo (3), pavyzdžiui, atitinkamai n–p–n, kurio viename iš kraštinių n– sluoksnių, pavyzdžiui, trečiajame n– sluoksnyje 3 yra suformuotos dvi priešingo laidumo p– tipo sritys – ketvirtoji (11) ir penktoji (12), su atitinkamais ominiais kontaktais ir išvadais (14). Kraštiniai n– sluoksniai 3 ir 4, bei p– sritys 11 ir 12 turi po vieną ominį kontaktą ir atitinkamą išvadą (14), o antrasis p– sluoksniu 2 turi du priešpriešiais išdėstytus ominus kontaktus su atitinkamais išvadais (14). Antrojo p– sluoksniu (2) storis W ir atstumas L tarp p– sričių (11, 12) padaryti mažesni už atitinkamų p–n sandūrų nuskurdintų sričių maksimalius storius $d_{pn(2-3; 2-1; 5-11; 5-12) \max} > W(L)$, o atstumas D tarp p– sluoksniu (2) ir p– sričių (11; 12) padarytas didesnis už p–n sandūros (2-3) maksimalų storį $d_{pn(2-3) \max} < D$ (SU 1290495 A1, Описание изобретения, 1987, Бюл. No. 6).

Analogo trukumas yra tai, jog puslaidininkinio įtaiso valdymo funkcijos yra ribotos – jis veikia tik šalia esančių p–n sandūrų 2-1 ir 2-3, bei 5-11 ir 5-12, pramušimo būdų, kai atitinkamo poveikio srovės $i_{(1; 2)}(t)$ momentinė vertė viršija tam tikrą slenkstinę vertę $I_{s(1; 2)}$, kai įvyksta atitinkamų p–n sandūrų 2-1 ir 2-3, bei 5-11 ir 5-12, nuskurdintų sričių sąlytis atitinkamoje srityje 2 ir 5, ir tai atitinka n–p–n (1-2-3), bei p–n–p (11-3-12) darinių – puslaidininkinių tetrodų (PT) veika. Kitas analogo trukumas yra jo diskretinė konstrukcija ir netinkamumas integrinės elektronikos technologijai. Dar kitas analogo trukumas yra tai, jog jis gali būti taikomas tik impulsinių signalų generatoriuose.

Analogas – generatorius yra sudarytas iš puslaidininkinio įtaiso su dviem skirtingų n–p–n ir p–n–p laidumų atitinkamais PT_(1; 2) dariniais, turinčio šešis išvadás 14, kurio PT₁ vidurinės p– sritys 2 du kraštiniai išvadás 14 yra sujungti su srovės šaltiniu I ir kartu vienas kraštinis išvadás 14 – su PT₂ vienos kraštinės p– sritys 12 išvadu 14, o kitas kraštinis išvadás 14 per nuosekliai sujungtus pirmąjį induktorių L_1 ir rezistorių R – su PT₂ kitos kraštinės p– sritys 11 išvadu 14. PT₂ vidurinės n– sritys 5

išvadas 14 per nuosekliai sujungtus: įtampos U šaltinį, antrąjį induktorių L_2 ir apkrovos rezistorių R_a yra sujungtas su PT₁ n– srities 1 išvadu 14. (SU 1290495 A1, Описание изобретения, 1987, Бюл. No. 6).

Analogo – generatoriaus su šešių kontaktų puslaidininkiniu įtaisu trukumas yra tai, kad jis negali būti panaudotas kintamųjų signalų stiprinimo bei skirtingo dažnio signalų dauginimo įtaisuose, harmoninių signalų generavimo įtaisuose, o taip pat neleidžia generuojamų signalų parametrų moduliacijos, ir visą tai apriboja įtaiso funkcinės savybės. Kitas analogo trukumas yra tai, kad jame gali būti tik vienas rezistorius R_a su atitinkamu vieninteliu įrenginio išėjimo gnybtu U_{is} , pavyzdžiui, PT₁ darinio n– srities 1 kontaktas 14.

Analogo trūkumams pašalinti DFPĮ pirmajame variante, sudarytame iš trijų besikeičiančio laidumo tipo vidutiniškai stipriai legiruotų puslaidininkinių sluoksnių 1–3, pavyzdžiui, atitinkamai n–p–n su atitinkamais ominiais kontaktais-išvadais: n– sluoksniuose 1.1 ir 3.1, bei p– sluoksnyje 2.1 ir 2.2, ir n– sluoksnyje 3 yra suformuotos dvi vidutiniškai stipriai legiruotos p– sritys 4 ir 5 su atitinkamais kontaktais-išvadais 4.1 ir 5.1, kitaip padarytas vidutiniškai silpnai legiruoto p– sluoksnio 2 storis l_{1-3} – atstumas nuo stipriai legiruoto n⁺– sluoksnio 1 iki n– sluoksnio 3, o būtent l_{1-3} yra mažesnis už šalutinių krūvininkų – elektronų (n_p) difuzijos nuotolį $L_d 2$ šiame p– sluoksnyje 2: $l_{1-3} < L_d 2$, ir taip yra realizuotas n⁺–p–(n–n⁺) laidumo pirmasis dvipolis tranzistorius (DT) – darinis DT₁, kurio kontaktai-išvada 1.1 ir 3.1 yra atitinkamai pirmojo emiterio E₁ ir pirmojo kolektoriaus K₁ kontaktai, o kontaktai-išvada 2.1 ir 2.2 yra pirmosios bazės B₁ atitinkami du kontaktai B_{1.1} ir B_{1.2}. Atstumas l_{4-5} tarp stipriai legiruotų p⁺– sričių 4 ir 5 n– sluoksnyje 3 yra padarytas mažesnis už šalutinių krūvininkų – skylių (p_n) difuzijos nuotolį $L_d 3$ n– sluoksnyje 3 ($l_{4-5} < L_d 3$), ir taip yra realizuotas p⁺–n–p⁺ laidumo antrasis darinis DT₂, kurio kontaktai-išvada 4.1 ir 5.1 yra atitinkamai antrojo emiterio E₂ ir antrojo kolektoriaus K₂ kontaktai, arba atvirkščiai, o kontaktas-išvada 3.1 yra antrosios bazės B₂ kontaktas B_{2.2}. Atstumai l_{2-4} ir l_{2-5} nuo p– sluoksnio 2 iki šalia esančių atitinkamų p⁺– sričių 4 ir 5 yra padaryti didesni už p–n sandūrų tarp atitinkamų p– ir n– sluoksnių 2 ir 3 nuskurdintų sričių n– sluoksnyje 3 maksimalaus storio $d_{pn\ 2-3\ max}$ ir kartu didesni už p–n sandūrų tarp n– sluoksnio 3 ir atitinkamų p⁺– sričių 4 ir 5 nuskurdintų atitinkamų sričių n– sluoksnyje 3 atitinkamų maksimalių sričių $d_{pn\ (3-4;\ 3-5)\ max}$: $l_{2-(4;\ 5)} > d_{pn\ (2-3;\ 3-4;\ 3-5)\ max}$.

Kitame DFPĮ – antrajame variante kitaip padaryta įtaiso konstrukcija, o būtent

su

$n^+p-(n-n^+)$ laidumo pirmojo DT darinio parametrais ir atitinkamais kontaktais E_1 (1.1), K_1 (3.1), $B_{1.1}$ (2.1) ir $B_{1.2}$ (2.2). Atstumas $l_{4-5} > L_{d3}$ ir kartu $l_{4-5} < d_{pn(3-4; 3-5) \max}$, ir taip yra realizuotas p^+n-p^+ laidumo antrasis darinis PT, kurio kontaktai-išvadai 4.1 ir 5.1 yra atitinkamai emiterio E_2 ir kolektoriaus K_2 , arba atvirkščiai, o kontaktas-išvadas 3.1 yra bazės B_2 kontaktas-išvadas $B_{2.2}$.

Kitame DFPĮ – trečiajame variante kitaip padaryta įtaiso konstrukcija, o būtent atstumas $l_{1-3} > L_{d2}$ ir kartu $l_{1-3} < d_{pn(2-1; 2-3) \max}$ – atitinkamų $p-n$ sandūrų tarp p^- – sluoksnio 2 ir n^+ , bei n^- , atitinkamų sluoksnių 1 ir 3, nuskurdintų atitinkamų sričių p^- sluoksnyje 2 atitinkami maksimalūs storiai, ir taip yra realizuotas $n^+p-(n-n^+)$ laidumo pirmasis darinis PT su atitinkamais kontaktais-išvadais: E_1 (1.1), K_1 (3.1), $B_{1.1}$ (2.1) ir $B_{1.2}$ (2.2), o antrasis darinis DT atitinka DT_2 darinio parametrus ir turi atitinkamus kontaktus-išvadus: K_2 (4.1), E_2 (5.1), arba atvirkščiai, ir $B_{2.2}$ (3.1).

Kitame DFPĮ – ketvirtajame variante kitaip padaryta įtaiso konstrukcija, o būtent su

$n^+p-(n-n^+)$ laidumo pirmojo darinio DT parametrais ir atitinkamais jo kontaktais-išvadais: E (1.1), K (3.1), B_1 (2.1) ir B_2 (2.2). Atstumas l_{4-5} yra padarytas didesnis už $p-n$ sandūrų tarp n^- sluoksnio 3 ir atitinkamų p^+ sričių 4 ir 5 atitinkamų nuskurdintų sričių n^- sluoksnyje 3 atitinkamų neutralių storių $d_{pn(3-4; 3-5)}$ o sumą, kai nėra poveikių įtampų, ir kartu mažesnis už atitinkamų maksimalių storių $d_{pn(3-4; 3-5) \max}$ sumą, kai yra atgalinių poveikių įtamos

$(d_{pn(3-4)} + d_{pn(3-5)} < l_{4-5} < d_{pn(3-4) \max} + d_{pn(3-5) \max})$, ir taip yra realizuotas atidaryto n -kanalo sandūrinis vienpolis (lauko) tranzistorius (VT) – antrasis darinis VT, kurio kontaktai-išvadai 4.1 ir 5.1 yra atitinkamai pirmosios užtūros G_1 ir antrosios užtūros G_2 kontaktai-išvadai, arba atvirkščiai, o kontaktas-išvadas 3.1 yra santakos D, arba ištakos S, kontaktas-išvadas.

Visų variantų DFPĮ konstrukcijos yra padarytos kitaip, o būtent planarinės (paviršinės) technologijos būdu „horizontalios“ konstrukcijos DFPĮ, pavyzdžiui, ant dielektrinio šilumai laidaus padėklo yra suformuotas stačiakampio formos epitaksinis d storio n^- sluoksnis, kurio priešinguose kraštuose per visą n^- sluoksnio storį d yra suformuotos dvi stačiakampės n^+ sritys 1 ir 3.1, atitinkamai pirmasis emiteris (E_1) ir antroji bazė (B_2 arba $B_{2.2}$), arba antrasis kolektorius (K_2), arba santaka (D), arba

ištaka (S), kurių kraštinės yra lygiagrečios atitinkamoms epitaksinio n^- sluoksnio kraštinėms. Tarp n^+ sričių, pavyzdžiui, šalia pirmosios n^+ srities, sudarant bendrą – emiterinę $p-n^+$ sandūrą, yra suformuota stačiakampė p^- sritis – bazė (B), arba pirmoji bazė (B_1), kurios kraštinės yra lygiagrečios atitinkamoms n^+ srities kraštinėms, p^- srities ilgis l_p išilgai p^- ir n^+ sričių bendros sąlyčio kraštinės padarytas didesnis už n^+ srities ilgį $l_{n^+} < l_p$, o p^- srities plotis l_{1-3} statmenai ilgiui l_p ir lygiagrečiai padėklo paviršiui lemia DFPJ funkcines savybes. Tarp p^- ir trečiosios n^+ sričių per visą n^- sluoksnio storį d vienodu atstumu $l_{2-(4-5)}$ yra viena priešais kitą suformuotos dvi atskiros vienodų matmenų stačiakampės p^+ sritys: ketvirtoji (4) ir penktoji (5), kurių kraštinės yra lygiagrečios atitinkamoms epitaksinio n^- sluoksnio kraštinėms, o lygiagrečiai ilgiui l_p atstumas l_{4-5} tarp p^+ sričių 4 ir 5 lemia DFPJ funkcines savybes. Visų n^+ ir p^+ sričių paviršiuose yra padaryti atitinkami ominiai kontaktai-išvadai: pirmojoje n^+ srityje – E arba E_1 , trečiojoje n^+ srityje – K (K_1), arba $B_{2.2}$, arba D (S), ketvirtojoje p^+ srityje – K (K_2), arba E (E_2), ir penktojoje p^+ srityje – E (E_2), arba K (K_2), o

p^- srities priešinguose išoriniuose kraštuose atstumu l_p viena nuo kitos yra padarytos dvi vienodų matmenų papildomos p^+ sritys su ominiais kontaktais-išvadais: B_1 ($B_{1.1}$) ir B_2 ($B_{1.2}$).

Visų variantų DFPJ konstrukcijos yra padarytos kitaip, o būtent planarinės (paviršinės) technologijos būdu „vertikalios“ konstrukcijos DFPJ, pavyzdžiui, ant pirmojo n^+ sluoksnio – įtaiso padėklo su ominių kontaktu-išvadu E (E_1) ant vieno jo paviršiaus, ant padėklo kito paviršiaus yra suformuotas storio d_2 , pavyzdžiui, epitaksinis antrasis p^- sluoksnis, šiame p^- sluoksnyje yra suformuota stačiakampė trečioji n^- sritis, kurios įterpimo į p^- sluoksnį gylis h_3 yra mažesnis už storį d_2 ($h_3 < d_2$) ir skirtumas $(d_2 - h_3) = l_{1-3}$, n^- srities priešinguose kraštuose atstumu l_{4-5} viena nuo kitos yra suformuotos dvi vienodos p^+ sritys: ketvirtoji (4) ir penktoji (5), su paviršiniais atitinkamais ominiais kontaktais-išvadais: K (K_2) ir E (E_2), arba atvirkščiai, ir p^+ sričių 4 ir 5 įterpimo į n^- sritį atitinkami gyliai h_4 ir h_5 yra mažesni už h_3 ($h_{(4; 5)} < h_3$), o skirtumas $(h_3 - h_{(4; 5)}) = l_{2-(4; 5)}$, n^- srities viduryje tarp p^+ sričių 4 ir 5 yra suformuota papildoma n^+ sritis su paviršiniu ominių kontaktu-išvadu K (K_1) arba B ($B_{2.2}$), arba D (S), ir papildomos n^+ srities įterpimo į n^- sritį gylis $h_{3.1}$ yra mažesnis už $h_{(4; 5)}$ ($h_{3.1} < h_{(4; 5)}$), p^- sluoksnyje priešingose n^- srities pusėse yra suformuotos dvi atitinkamos papildomos p^+ sritys su atitinkamais paviršiniais ominiais kontaktais-

išvadais: B_1 ($B_{1.1}$) ir B_2 ($B_{1.2}$).

Analogo trūkumams pašalinti dviejų įėjimų $U_{in(1;2)}$ ir dviejų išėjimų $U_{iš(1;2)}$ stiprintuvas-dažnių $\omega_{in(1;2)}$ maišiklis yra padarytas kitaip, kuriame yra įjungtas DFPĮ su $DT_{(1;2)}$ dariniais, turinčiais atitinkamus jų kontaktus-išvadas: $E_{(1;2)}$, $K_{(1;2)}$, $B_{((1.1;1.2);2.2)}$, kai DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas yra $K_1-B_{2.2}$, kuris per antrąjį rezistorių R_2 yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per antrąjį kondensatorių C_2 – su įtaiso antrojo įėjimo gnybtu U_{in2} . DT_1 kontaktas-išvadas E_1 per pirmąjį rezistorių R_1 yra sujungtas su „žeme“ – įtaiso nulinio potencialo šina, ir kartu per pirmąjį kondensatorių C_1 – su įtaiso pirmojo įėjimo gnybtu U_{in1} , o kontaktas-išvadas $B_{B1.1}$ arba $B_{B1.2}$, arba abu kartu, per lygiagrečiai sujungtus trečiąjį rezistorių R_3 , bei trečiąjį kondensatorių C_3 – su „žeme“ ir kartu per ketvirtąjį rezistorių R_4 – su maitinimo įtampos $\mathcal{E}_0$ šaltinio pirmuoju gnybtu, pavyzdžiui, teigiamo poliškumo „+“, kurio antrasis – neigiamo poliškumo gnybtas „–“ yra sujungtas su „žeme“. DT_2 kontaktas-išvadas E_2 per pirmąjį apkrovos rezistorių R_{a1} yra sujungtas su šaltinio gnybtu „+“ ir kartu per ketvirtąjį kondensatorių C_4 – su įtaiso pirmojo išėjimo gnybtu $U_{iš1}$. DT_2 kontaktas-išvadas K_2 per antrąjį apkrovos rezistorių R_{a2} yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per penktąjį kondensatorių C_5 – su įtaiso antrojo išėjimo gnybtu $U_{iš2}$.

Analogo trūkumams pašalinti dviejų įėjimų $U_{in(1;2)}$ ir trijų išėjimų $U_{iš(1-3)}$ stiprintuvas-dažnių $\omega_{in(1-3)}$ maišiklis yra padarytas kitaip, kuriame yra įjungtas DFPĮ su $DT_{(1;2)}$ dariniais, turinčiais atitinkamus jų kontaktus-išvadas: $E_{(1;2)}$, $K_{(1;2)}$, $B_{((1.1;1.2);2.2)}$, kai DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas yra $E_1-B_{2.2}$, kuris per R_3 yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per C_4 – su gnybtu U_{in2} , ir kartu per R_4 – su šaltinio gnybtu „+“, kurio gnybtas „–“ – su „žeme“. DT_1 kontaktas-išvadas K_1 per R_{a1} yra sujungtas su šaltinio gnybtu „+“ ir kartu per C_2 – su gnybtu $U_{iš1}$, o kontaktas-išvadas $B_{B1.1}$, arba $B_{B1.2}$, arba abu kartu, per R_1 – su „žeme“ ir kartu per R_2 – su šaltinio gnybtu „+“, ir kartu per C_1 – su gnybtu U_{in1} . DT_2 kontaktas-išvadas E_2 per R_{a2} yra sujungtas su šaltinio gnybtu „+“ ir kartu per C_3 – su gnybtu $U_{iš2}$, o kontaktas-išvadas K_2 per trečiąjį apkrovos rezistorių R_{a3} – su „žeme“ ir kartu per C_5 – su įtaiso trečiojo išėjimo gnybtu $U_{iš3}$.

Analogo trūkumams pašalinti vieno įėjimo U_{in1} dviejų išėjimų $U_{iš(1;2)}$ impulsų formuotuvas yra padarytas kitaip, kuriame yra įjungtas DFPĮ su $DT_{(1;2)}$ dariniais, turinčiais atitinkamus jų kontaktus-išvadas: $E_{(1;2)}$, $K_{(1;2)}$, $B_{((1.1;1.2);2.2)}$, kai DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas yra $K_1-B_{2.2}$ ir yra laisvas. DT_1 kontaktas-išvadas E_1 per R_1 yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per C_1 – su gnybtu U_{in1} , o kontaktas-išvadas B_B

1.1 arba $B_{B\ 1.2}$, arba abu kartu, per R_2 yra sujungti su „žeme“, ir kartu per R_3 – su DT_2 kontaktu-išvadu K_2 , kuris per $R_{a\ 2}$ – su „žeme“, ir kartu per C_3 – su gnybtu $U_{iš\ 2}$. DT_2 kontaktas-išvadas E_2 per $R_{a\ 1}$ yra sujungtas su šaltinio gnybtu „+“, kurio gnybtas „–“ – su „žeme“, ir kartu per C_2 – su gnybtu $U_{iš\ 1}$. Kitame schemos variante vietoje R_3 yra įjungtas C_4 .

Analogo trūkumams pašalinti vieno įėjimo $U_{in\ 1}$ ir trijų išėjimų $U_{iš\ (1-3)}$ impulsų formuotuvus yra padarytas kitaip, kuriame yra įjungtas DFPĮ su PT ir DT dariniais, turinčiais atitinkamus jų kontaktus-išvadás: $E_{(1;\ 2)}$, $K_{(1;\ 2)}$, $B_{((1;\ 2);\ 2.2)}$, kai DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas yra $K_1-B_{2.2}$, kuris per R_3 yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per C_2 – su gnybtu $U_{in\ 1}$, ir kartu per R_4 – su šaltinio gnybtu „+“, kurio gnybtas „–“ – su „žeme“. PT kontaktas-išvadas E_1 per $R_{a\ 1}$ yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per C_1 – su gnybtu $U_{iš\ 1}$, kontaktas-išvadas B_1 per R_1 – su „žeme“, o kontaktas-išvadas B_2 per R_2 – su DT kontaktu-išvadu K_2 , kuris per $R_{a\ 3}$ – su „žeme“ ir kartu per C_4 – su gnybtu $U_{iš\ 3}$, o kontaktas-išvadas E_2 per $R_{a\ 2}$ – su šaltinio gnybtu „+“ ir kartu per C_3 – su gnybtu $U_{iš\ 2}$. Kitame schemos variante vietoje R_2 yra įjungtas C_4 .

Analogo trūkumams pašalinti dviejų įėjimo $U_{in\ (1;\ 2)}$ ir dviejų išėjimų $U_{iš\ (1;\ 2)}$ impulsų formuotuvus yra padarytas kitaip, kuriame yra įjungtas DFPĮ su DT ir PT dariniais, turinčiais atitinkamus jų kontaktus-išvadás: $E_{(1;\ 2)}$, $K_{(1;\ 2)}$, $B_{((1.1;\ 1.2);\ 2)}$, kai DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas yra K_1-B_2 , kuris per R_2 yra sujungtas su „žeme“. DT kontaktas-išvadas E_1 per R_1 yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per C_1 – su gnybtu $U_{in\ 1}$, kontaktas-išvadas $B_{1.1}$ per C_2 – su gnybtu $U_{in\ 2}$, o kontaktas-išvadas $B_{1.2}$ – su „žeme“, arba kitame schemos variante abu kontaktai-išvada

$B_{(1.1-1.2)}$ – su „žeme“ (vieno įėjimo $U_{in\ 1}$ variantas). PT kontaktas-išvadas E_2 per $R_{a\ 2}$ yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per C_4 – su gnybtu $U_{iš\ 2}$, o kontaktas-išvadas K_2 per C_3 – su gnybtu $U_{iš\ 1}$ ir kartu per $R_{a\ 1}$ – su šaltinio gnybtu „+“, kurio gnybtas „–“ – su „žeme“.

Analogo trūkumams pašalinti vieno įėjimo $U_{in\ 1}$ ir trijų išėjimų $U_{in\ (1-3)}$ impulsų formuotuvus yra padarytas kitaip, kuriame yra įjungtas DFPĮ su PT ir DT dariniais, turinčiais atitinkamus jų kontaktus-išvadás: $E_{(1;\ 2)}$, $K_{(1;\ 2)}$, $B_{((1;\ 2);\ 2.2)}$, kai DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas yra $K_1-B_{2.2}$ ir yra laisvas. PT kontaktas-išvadas E_1 per R_1 yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per C_3 – su gnybtu $U_{iš\ 3}$, o kontaktai-išvada $B_{(1;\ 2)}$ per atitinkamus $R_{(2;\ 3)}$ yra sujungti su transformatoriaus (Tr) antrinės apvijos (II) dviem išvadais, kai Tr pirminės apvijos (I) vienas išvadas yra sujungtas su gnybtu $U_{in\ 1}$, o

kitas išvadas – su „žeme“. DT kontaktas-išvadas E_2 per C_1 yra sujungtas su gnybtu $U_{i\ 1}$ ir kartu per $R_{a\ 1}$ – su šaltinio gnybtu „+“, kurio gnybtas „–“ – su „žeme“, o kontaktas-išvadas K_2 per $R_{a\ 2}$ – su „žeme“ ir kartu per C_2 – su gnybtu $U_{i\ 2}$.

Analogo trūkumams pašalinti keturių įėjimų $U_{in\ (1-4)}$ ir vieno išėjimo $U_{i\ 1}$ stiprintuvas- dažnių $\omega_{in\ (1-4)}$ maišiklis yra padarytas kitaip, kuriame yra įjungtas DFPĮ su DT ir VT dariniais, turinčiais atitinkamus kontaktus-išvadus: E, K, $B_{(1.1;\ 1.2)}$ ir $G_{(1;\ 2)}$, D, kai DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas yra K-D, kuris per C_4 yra sujungtas su gnybtu $U_{i\ 1}$ ir kartu per $R_{a\ 1}$ – su šaltinio gnybtu „+“, kurio gnybtas „–“ – su „žeme“. DT kontaktas-išvadas E per R_1 yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per C_1 – su gnybtu $U_{in\ 1}$, kontaktas-išvadas $B_{1.2}$ per lygiagrečiai sujungtus R_2 , bei C_3 – su „žeme“ ir kartu per R_3 – su šaltinio gnybtu „+“, o kontaktas-išvadas $B_{1.1}$ per C_2 – su gnybtu $U_{in\ 2}$. VT kontaktas-išvadas G_1 per pirmąjį užtūros rezistorių $R_{G\ 1}$ yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per C_3 – su įtaiso trečiojo įėjimo gnybtu $U_{in\ 3}$, o kontaktas-išvadas G_2 per antrąjį užtūros rezistorių $R_{G\ 2}$ – su „žeme“ ir kartu per C_5 – su įtaiso ketvirtojo įėjimo gnybtu $U_{in\ 4}$.

Analogo trūkumams pašalinti penkių įėjimų $U_{in\ (1-5)}$ ir vieno išėjimo $U_{i\ 1}$, arba keturių įėjimų $U_{in\ (1-4)}$ ir dviejų išėjimų $U_{i\ (1;\ 2)}$, stiprintuvas-dažnių $\omega_{in\ (1-5)}$, arba $\omega_{in\ (1-4)}$, maišiklis yra padarytas kitaip, kuriame yra įjungtas DFPĮ su DT ir VT dariniais, turinčiais atitinkamus kontaktus-išvadus: E, K, $B_{(1.1;\ 1.2)}$ ir $G_{(1;\ 2)}$, D, kai bendrasis kontaktas-išvadas yra K-D, kuris per C_4 yra sujungtas su gnybtu $U_{i\ 1}$ ir kartu per $R_{a\ 1}$ – su šaltinio gnybtu „+“, kurio gnybtas „–“ – su „žeme“. DT kontaktas-išvadas E per R_1 yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per C_1 – su gnybtu $U_{in\ 1}$ (arba – su gnybtu $U_{i\ 2}$), kontaktas-išvadas $B_{1.2}$ per šeštąjį DFPĮ kondensatorių C_6 – su penktuoju įėjimo gnybtu $U_{in\ 5}$ ir kartu per R_2 – su „žeme“, ir kartu per R_3 – su šaltinio gnybtu „+“, o kontaktas-išvadas $B_{1.1}$ per R_4 – su „žeme“ ir kartu per penktąjį rezistorių R_5 – su šaltinio gnybtu „+“, ir kartu per C_2 – su gnybtu $U_{in\ 2}$. VT kontaktas-išvadas G_1 per $R_{G\ 1}$ yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per C_3 – su gnybtu $U_{in\ 3}$, o kontaktas-išvadas G_2 per $R_{G\ 2}$ – su „žeme“ ir kartu per C_5 – su gnybtu $U_{in\ 4}$.

Analogo trūkumams pašalinti dviejų įėjimų $U_{in\ (1;\ 2)}$ ir vieno išėjimo $U_{i\ 1}$, arba dviejų išėjimų $U_{i\ (1;\ 2)}$ ir vieno įėjimo $U_{in\ 1}$, stiprintuvas-impulsų formuotuvai ir dažnių $\omega_{in\ (1;\ 2)}$ maišiklis, arba dviejų išėjimų $U_{i\ (1;\ 2)}$ generatorius, yra padarytas kitaip, kuriame yra įjungtas DFPĮ su DT ir VT dariniais, turinčiais atitinkamus jų kontaktus-išvadus: E, K, $B_{(1.1;\ 1.2)}$ ir $G_{(1;\ 2)}$, D, kai DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas yra K-D,

kuris per C_4 yra sujungtas su gnybtu $U_{is\ 1}$ ir kartu per $R_{a\ 1}$ – su šaltinio gnybtu „+“, kurio gnybtas „–“ – su „žeme“. DT kontaktas-išvadas E per R_1 yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per C_2 – su gnybtu $U_{in\ 2}$ (arba gnybtu $U_{is\ 2}$), o kontaktai-išvadai $B_{(1.1; 1.2)}$ kartu per R_2 – su „žeme“, ir kartu per C_1 – su gnybtu $U_{in\ 1}$, ir kartu per R_3 – su šaltinio gnybtu „+“. VT kontaktai-išvadai $G_{(1; 2)}$ kartu per lygiagrečiai sujungtus R_4 , bei C_3 , yra sujungti su „žeme“, ir kartu per R_5 – su šaltinio gnybtu „+“. Kitame schemos variante – generatoriuje DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas K-D per nuosekliai sujungtus C_5 ir pirmąjį induktorių L_1 yra sujungtas su DT kontaktu-išvadu E.

Analogo trūkumams pašalinti trijų įėjimų $U_{in\ (1-3)}$ ir dviejų išėjimo $U_{is\ (1; 2)}$ stiprintuvų- dažnių $\omega_{in\ (1-4)}$ maišiklis yra padarytas kitaip, kuriame yra įjungtas DFPĮ su DT ir VT, turinčiais atitinkamus jų kontaktus-išvadus: K, E, $B_{(1.1; 1.2)}$ ir $G_{(1; 2)}$, S, kai DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas yra E-S, kuris per C_5 yra sujungtas su gnybtu $U_{is\ 1}$ ir kartu per $R_{a\ 2}$ – su šaltinio gnybtu

„–“, kurio gnybtas „+“ – su „žeme“. DT kontaktas-išvadas K per $R_{a\ 1}$ yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per C_1 – su gnybtu $U_{is\ 2}$, kontaktas-išvadas $B_{1.2}$ per lygiagrečiai sujungtus R_1 , bei C_3 – su „žeme“ ir kartu per R_2 – su šaltinio gnybtu „–“, o kontaktas-išvadas $B_{1.1}$ per C_2 – su gnybtu $U_{in\ 1}$. VT kontaktas-išvadas G_1 per C_4 yra sujungtas su gnybtu $U_{in\ 2}$ ir kartu per $R_{G\ 1}$ – su „žeme“, ir kartu per R_3 – su šaltinio gnybtu „–“, o kontaktas-išvadas G_2 per C_6 – su gnybtu $U_{in\ 3}$ ir kartu per $R_{G\ 2}$ – su „žeme“, ir kartu per R_4 – su šaltinio gnybtu „–“. 14

Analogo trūkumams pašalinti trijų išėjimų $U_{is\ (1-3)}$ ir vieno moduliavimo įėjimo $U_{in\ M\ 1}$ generatorius yra padarytas kitaip, kuriame yra įjungtas DFPĮ su $DT_{(1; 2)}$, turinčiais atitinkamus jų kontaktus-išvadus: $E_{(1; 2)}$, $K_{(1; 2)}$, $B_{((1.1; 1.2); 2.2)}$, kai DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas yra K_1 - $B_{2.2}$, kuris per R_4 yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per R_3 – su šaltinio gnybtu „+“, kurio gnybtas „–“ – su „žeme“. DT_1 kontaktas-išvadas E_1 per $R_{a\ 3}$ yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per C_3 – su gnybtu $U_{is\ 3}$, kontaktas-išvadas $B_{1.2}$ per C_4 – su įtaiso pirmojo moduliacinio įėjimo gnybtu $U_{in\ M\ 1}$, o kontaktas-išvadas $B_{1.1}$ per nuosekliai sujungtus R_5 ir C_5 – su DT_2 kontaktu-išvadu E_2 ir kartu per R_2 – su „žeme“, ir kartu per R_1 – su šaltinio gnybtu „+“. DT_1 kontaktas-išvadas $B_{1.1}$ per nuosekliai sujungtus C_6 ir induktorių L_1 yra sujungtas su DT_2 kontaktu-išvadu K_2 , kuris per C_2 – su gnybtu $U_{is\ 1}$ ir kartu per $R_{a\ 2}$ – su „žeme“, o kontaktas-išvadas E_2 per C_1 – su gnybtu $U_{is\ 2}$ ir kartu per $R_{a\ 1}$ – su šaltinio gnybtu „+“.

Analogo trūkumams pašalinti trijų išėjimų $U_{iš (1-3)}$ ir vieno moduliavimo įėjimo $U_{in M 1}$ generatorius yra padarytas kitaip, kuriame yra įjungtas DFPĮ su $DT_{(1; 2)}$, turinčiais atitinkamus jų kontaktus-išvadas: $E_{(1; 2)}$, $K_{(1; 2)}$, $B_{((1.1; 1.2); 2.2)}$, kai DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas yra $K_1-B_{2.2}$, kuris per R_4 yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per R_3 – su šaltinio gnybtu „+“, kurio gnybtas „–“ – su „žeme“. DT_1 kontaktas-išvadas E_1 per $R_{a 3}$ yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per C_3 – su gnybtu $U_{iš 3}$, kontaktas-išvadas $B_{1.2}$ per C_4 – su gnybtu $U_{in M 1}$, o kontaktas-išvadas $B_{1.1}$ per nuosekliai sujungtus R_5 ir C_5 – su DT_2 kontaktu-išvadu E_2 , kuris per $R_{a 1}$ – su šaltinio gnybtu „+“ ir kartu per C_1 – su gnybtu $U_{iš 2}$, ir kontaktas-išvadas $B_{1.1}$ per R_1 – su šaltinio gnybtu „+“, ir kartu per septintąjį kondensatorių C_7 – su DT_2 kontaktu-išvadu K_2 , kuris per C_2 – su gnybtu $U_{iš 1}$ ir kartu per $R_{a 2}$ – su „žeme“, ir kontaktas-išvadas $B_{1.1}$ per aštuntąjį kondensatorių C_8 ir per lygiagrečiai sujungtus C_6 , bei L_1 – su „žeme“.

Analogo trūkumams pašalinti dviejų išėjimų $U_{iš (1; 2)}$ ir dviejų moduliavimų įėjimų

$U_{in M (1; 2)}$ generatorius yra padarytas kitaip, kuriame yra įjungtas DFPĮ su DT ir VT , turinčiais atitinkamus jų kontaktus-išvadas: E , K , $B_{(1.1; 1.2)}$ ir $G_{(1; 2)}$, $D (S)$, kai DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas yra $K-D$, kuris per C_1 yra sujungtas su gnybtu $U_{iš 1}$ ir kartu per nuosekliai sujungtus šeštąjį rezistorių R_6 , bei C_7 – su DT kontaktu-išvadu $B_{1.1}$, ir kartu per nuosekliai sujungtus L_1 , bei C_6 – su DT kontaktu-išvadu E , ir kartu per $R_{a 1}$ – su šaltinio gnybtu „+“, kurio gnybtas „–“ – su „žeme“. DT kontaktas-išvadas E per $R_{a 2}$ yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per C_2 – su gnybtu

$U_{iš 2}$, kontaktas-išvadas $B_{1.2}$ per C_3 – su įtaiso antrojo moduliacinio įėjimo gnybtu $U_{in M 2}$, o kontaktas-išvadas $B_{1.1}$ per R_2 – su „žeme“ ir kartu per R_1 – su šaltinio gnybtu „+“. VT kontaktas-išvadas G_1 per lygiagrečiai sujungtus C_5 ir R_4 yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per R_3 – su šaltinio gnybtu „+“, ir kartu per R_5 – su VT gnybtu G_2 , kuris per C_4 – su gnybtu $U_{in M 1}$.

Analogo trūkumams pašalinti dviejų išėjimų $U_{iš (1; 2)}$ ir dviejų moduliavimų įėjimų

$U_{in M (1; 2)}$ generatorius yra padarytas kitaip, kurioje yra įjungtas DFPĮ su DT ir VT , turinčiais atitinkamus jų kontaktus-išvadas: E , K , $B_{(1.1; 1.2)}$ ir $G_{(1; 2)}$, $D (S)$, kai DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas yra $K-D$, kuris per C_1 yra sujungtas su gnybtu $U_{iš 1}$ ir

kartu per nuosekliai sujungtus R_6 , bei C_7 – su DT kontaktu-išvadu $B_{1.1}$, ir kartu per nuosekliai sujungtus aštuntąjį kondensatorių C_8 , bei devintąjį kondensatorių C_9 – su DT kontaktu-išvadu E , ir kartu per R_{a1} – su šaltinio gnybtu „+“, kurio gnybtas „–“ – su „žeme“, o C_8 ir C_9 bendrasis jungimo mazgas per lygiagrečiai sujungtus L_1 , bei C_6 – su „žeme“. DT kontaktas-išvadas E per R_{a2} yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per C_2 – su gnybtu U_{is2} , kontaktas-išvadas $B_{1.2}$ per C_3 – su gnybtu U_{inM2} , o kontaktas-išvadas $B_{1.1}$ per R_2 – su „žeme“ ir kartu per R_1 – su šaltinio gnybtu „+“. VT kontaktas-išvadas G_1 per lygiagrečiai sujungtus C_5 ir R_4 yra sujungtas su „žeme“, ir kartu per R_3 – su šaltinio gnybtu „+“, ir kartu per R_5 – su gnybtu G_2 , kuris per C_4 – su gnybtu U_{inM1} .

Analogo trūkumams pašalinti trijų išėjimų $U_{is(1-3)}$ relaksacinių virpesių RC-generatorius yra padarytas kitaip, kuriame yra įjungtas DFPJ su DT ir PT dariniais, turinčiais atitinkamus jų kontaktus-išvadas: $E_{(1;2)}$, $K_{(1;2)}$, $B_{((1.1;1.2);2)}$, kai DFPJ bendrasis kontaktas-išvadas yra K_1-B_2 , kuris per C_1 yra sujungtas su gnybtu U_{is1} ir kartu per R_{a1} – su šaltinio gnybtu „+“, o gnybtas „–“ – su „žeme“. DT kontaktas-išvadas E_1 per R_{a2} yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per C_2 – su gnybtu U_{is2} , kontaktai-išvadai $B_{(1.1;1.2)}$ per C_4 – su „žeme“ ir kartu per R_1 – su šaltinio gnybtu „+“, ir kartu – su PT kontaktu-išvadu K_2 , o kontaktas-išvadas E_2 per R_{a3} yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per C_3 – su gnybtu U_{is3} .

DFPJ darinio konstrukcija yra parodyta Fig. 1, a, su atitinkamais schemotechniniais žymenimis (Fig. 1, b–e), Fig. 2, a ir b, yra parodyti DFPJ darinio planarinės „horizontalios“ konstrukcijos atitinkamai vaizdas iš plokštumos paviršiaus su ominiais kontaktais ir planarinės konstrukcijos pjūvis statmenai padėklo plokštumai, Fig. 3 yra parodytas DFPJ darinio planarinės vertikalios konstrukcijos pjūvis statmenai padėklo plokštumai, Fig. 4, a ir b, yra parodyti DFPJ darinio planarinės „vertikalios“ konstrukcijos dviejų variantų atitinkami vaizdai iš plokštumų paviršių su ominiais kontaktais, Fig. 5–Fig. 17 yra parodytos įvairios principinės elektroninės schemos su įvairiais DFPJ darinių variantais. Fig. 18–Fig. 22 yra parodytos atitinkamų schemų su atitinkamais DFPI (Fig. 1) veikos atitinkamų signalų $U_{(in(1-5); iš(1-3))}(t)$ laikinės diagramos.

Fig. 1–Fig. 4 skaičiais ir simboliais yra pažymėta: 1–3 – atitinkamai pirmasis–trečiasis puslaidininkiniai sluoksniai (sritys), sudarančios DFPJ darinio, pavyzdžiui, $n^+-p-n-n^+$ laidumo DT (DT_1) arba PT darinį; 1.1, 2.1–2.2 ir 3.1 – atitinkamai

puslaidininkinių sluoksnių 1–3 ominiai kontaktai su atitinkamais išvadais E (E_1), $B_{(1; 2)}$ ($B_{(1.1; 1.2)}$) ir K (K_1) (arba D (S)); 4 ir 5 – p^+ –laidumo sritys n –sluoksnyje 3, sudarančios DFPĮ darinio p^+ – n – p^+ laidumo DT (DT_2) arba PT darinį, arba atidaryto n –kanalo sandūrinį VT; 4.1 ir 5.1 – atitinkamai p^+ –sričių 4 ir 5 ominiai kontaktai su atitinkamais išvadais K_2 (arba E_2) ir E_2 (arba K_2), arba G_1 ir G_2 ; 6 – dielektrinis šilumai laidus padėklas; Fig. 5–Fig. 15 skaičiais ir simboliais yra pažymėta: 1–4 – rezistoriai

$R_{(1-4)}$: pirmasis–ketvirtasis; 5 ir 6 – apkrovų rezistoriai $R_{(a 1; a 2)}$: pirmasis ir antrasis; 7–11 – kondensatoriai $C_{(1-5)}$: pirmasis–penktasis; 12 – pastoviosios įtampos $\mathcal{E}_0$ maitinimo šaltinis su teigiamo „+“ ir neigiamo „–“ poliškumų gnybtais; 13 – „žemė“ – įtaiso nulinio potencialo šina; 14 ir 15 – įtaiso įėjimų gnybtai $U_{in (1; 2)}$: pirmasis ir antrasis; 16–18 – įtaiso išėjimų gnybtai

$U_{iš (1-3)}$: pirmasis ($U_{iš 1}$)–trečiasis ($U_{iš 3}$); 19 – transformatorius (Tr); 20 ir 21 – Tr (19) atitinkamai pirminė (I) ir antrinė (II) apvijos; 22 ir 23 – VT užtūrų $G_{(1; 2)}$ rezistoriai $R_{(G 1; G 2)}$: pirmasis ($R_{G 1}$) ir antrasis ($R_{G 2}$); 24 ir 25 – įtaiso įėjimo gnybtai $U_{in (4; 5)}$: ketvirtasis ($U_{in 4}$) ir penktasis ($U_{in 5}$); 26 – penktasis rezistorius R_5 ; 27 – šeštasis kondensatorius C_6 ; 28 – pirmasis induktorius L_1 ; 29 – įtaiso trečiasis išėjimo gnybtas $U_{iš 3}$; 30 – trečiasis apkrovos rezistorius $R_{a 3}$; 31 ir 32 – įtaiso moduliaciniai įėjimai $U_{in M (1; 2)}$: pirmasis ($U_{in M 1}$) ir antrasis ($U_{in M 2}$); 33–35 – kondensatoriai $C_{(7-9)}$: septintasis (C_7)–devintasis (C_9); 36 – šeštasis rezistorius R_6 .

Pirmojo varianto DFPĮ (Fig. 1, a) yra sudarytas iš trijų, pavyzdžiui, n^+ – p^- –(n – n^+) besikeičiančio laidumo tipo puslaidininkinių sluoksnių 1–3, atitinkamai stipriai legiruoto donorinėmis $N_{d 1} = 10^{19}$ – 10^{20} cm^{-3} priemaišomis n^+ –sluoksniu 1, vidutiniškai silpnai legiruoto akceptorinėmis $N_{a 2} = 10^{16}$ – 10^{18} cm^{-3} priemaišomis p^- –sluoksniu 2 ir vidutiniškai stipriai legiruoto donorinėmis $N_{d 3} = 10^{17}$ – 10^{19} cm^{-3} priemaišomis n –sluoksniu 3, kuriame yra suformuotos dvi stipriai legiruotos akceptorinėmis $N_{a (4; 5)} = 10^{19}$ – 10^{20} cm^{-3} priemaišomis p^+ –sritys 4 ir 5 su atitinkamais ominiais kontaktais ir išvadais 4.1 ir 5.1, ir taip pat n –sluoksniu 3 turi stipriai legiruotą donorinėmis $N_{d 3} = 10^{19}$ – 10^{20} cm^{-3} priemaišomis n^+ –sritį su ominių kontaktu–išvadu 3.1, ir taip pat n^+ –sluoksniu 1 ir n –sluoksniu 3 turi atitinkamus ominus kontaktus su atitinkamais išvadais 1.1 ir 3.1, ir taip pat p^- –sluoksniu 2 turi du priešpriešai išdėstytus ominus kontaktus su atitinkamais išvadais 2.1 ir 2.2, o p^- –sluoksniu 2 storis l_{1-3} – atstumas nuo n^+ –sluoksniu 1 iki n –sluoksniu 3, yra padarytas mažesnis už šalutinių krūvininkų – elektronų n_p difuzijos nuotolį $L_{d 2}$ šiame p^- –sluoksnyje 2 (l_{1-3}

$< L_{d2}$), ir taip yra realizuotas $n^+p^-(n-n^+)$ laidumo pirmasis darinis DT_1 (Fig. 1, b), kurio kontaktai-išvadai 1.1 ir 3.1 yra atitinkamai emiteris E_1 ir kolektorius K_1 , o kontaktai-išvadai 2.1 ir 2.2 yra bazės B_1 atitinkami du kontaktai $B_{1.1}$ ir $B_{1.2}$. Atstumas l_{4-5} tarp p^+ sričių 4 ir 5 n - sluoksnyje 3 yra padarytas mažesnis už šalutinių krūvininkų – skylių p_n difuzijos nuotolį L_{d3} n - sluoksnyje 3 ($l_{4-5} < L_{d3}$), ir taip yra realizuotas p^+n-p^+ laidumo darinis DT_2 (Fig. 1, b), kurio kontaktai-išvadai 4.1 ir 5.1 yra atitinkamai emiteris E_2 ir kolektorius K_2 , arba atvirkščiai, o kontaktas-išvadas 3.1 yra bazės B_2 kontaktas $B_{2.2}$. Atstumai l_{2-4} ir l_{2-5} nuo p^- sluoksniu 2 iki šalia esančių atitinkamų p^+ sričių 4 ir 5 yra padaryti didesni už $p-n$ sandūros tarp atitinkamų p^- ir n - sluoksnių 2 ir 3 nuskurdintos srities n - sluoksnyje 3 maksimalaus storio $d_{pn\ 2-3\ max}$, ir kartu didesni už $p-n$ sandūrų tarp n - sluoksniu 3 ir atitinkamų p^+ sričių 4 ir 5 nuskurdintų atitinkamų sričių n - sluoksnyje 3 atitinkamų maksimalių storų $d_{pn\ (3-4;\ 3-5)\ max}$: $l_{(2-(4;\ 5))} > d_{pn\ (2-3;\ 3-4;\ 3-5)\ max}$.

DFPI (Fig. 1, a) antrasis variantas (Fig. 1, c) yra padarytas su $n^+p^-(n-n^+)$ pirmuoju dariniu DT, turinčiu atitinkamus parametrus ir atitinkamus kontaktus E_1 (1.1), K_1 (3.1), $B_{1.1}$ (2.1) ir $B_{1.2}$ (2.2), o atstumas $l_{4-5} > L_{d3}$ ir kartu $l_{4-5} < d_{pn\ (3-4;\ 3-5)\ max}$, ir taip yra realizuotas p^+n-p^+ laidumo antrasis darinis PT (Fig. 1, c), kurio kontaktai-išvadai 4.1 ir 5.1 yra atitinkamai E_2 ir K_2 , arba atvirkščiai, o kontaktas-išvadas 3.1 yra bazės B_2 kontaktas $B_{2.2}$.

DFPI (Fig. 1, a) trečiasis variantas (Fig. 1, d) yra padarytas su $n^+p^-(n-n^+)$ pirmuoju dariniu PT, turinčiu atitinkamus parametrus: $l_{1-3} > L_{d2}$ ir kartu $l_{1-3} < d_{pn\ (2-1;\ 2-3)\ max}$ – atitinkamų $p-n$ sandūrų tarp p^- sluoksniu 2 ir n^+ , bei n - atitinkamų sluoksnių 1, bei 3, nuskurdintų atitinkamų sričių p^- sluoksnyje 2 atitinkami maksimalūs storai, ir atitinkamus kontaktus-išvadus: E_1 (1.1), K_1 (3.1), $B_{1.1}$ (2.1) ir $B_{1.2}$ (2.2), ir atitinkamus kontaktus-išvadus: E_1 (1.1), K_1 (3.1), $B_{1.1}$ (2.1) ir $B_{1.2}$ (2.2), o antrasis darinis DT atitinka DT_2 darinio parametrus ir turi atitinkamus kontaktus-išvadus: K_2 (4.1), E_2 (5.1), arba atvirkščiai, ir $B_{2.2}$ (3.1).

DFPI (Fig. 1, a) – ketvirtasis variantas (Fig. 1, e) yra padarytas su $n^+p^-(n-n^+)$ laidumo DT dariniu, kurio parametrai atitinka DT_1 parametrus ir atitinkamus jo kontaktus-išvadus: E (1.1), K (3.1), B_1 (2.1) ir B_2 (2.2). Atstumas l_{4-5} yra padarytas didesnis už $p-n$ sandūrų tarp n - sluoksniu 3 ir atitinkamų p^+ sričių 4 ir 5 atitinkamų nuskurdintų sričių n - sluoksnyje 3 atitinkamų neutralių storų $d_{pn\ (3-4;\ 3-5)}$ o sumą, kai

nėra poveikių įtampų, ir kartu mažesnis už atitinkamų maksimalių storių $d_{pn(3-4; 3-5) \max}$ sumą, kai yra atgalinių poveikių įtamos ($d_{pn(3-4)0} +$

$+ d_{pn(3-5)0} < l_{4-5} < d_{pn(3-4) \max} + d_{pn(3-5) \max}$), ir taip yra realizuotas atidaryto n–kanalo sandūrinis VT darinys, kurio kontaktai-išvadai 4.1 ir 5.1 yra atitinkamai užtūros $G_{(1; 2)}$, arba atvirkščiai, o kontaktas-išvadas 3.1 yra santaka D, arba ištaka S.

[vairių funkcinių savybių DFP] (Fig. 1) yra padaryti planarinės (paviršinės) technologijos būdu „horizontalios“ konstrukcijos (Fig. 2), pavyzdžiui, ant dielektrinio šilumai laidaus padėklo 6 yra suformuotas, pavyzdžiui, stačiakampio formos epitaksinis d storio n–sluoksnis 3, kurio priešinguose kraštuose per visą n–sluoksnio 3 storį d yra suformuotos dvi stačiakampės n^+ –sritys: pirmoji (1) – emiteris E (1.1) (pirmasis emiteris E_1 (1.1)) ir trečioji (3.1) – bazė B (3.1) (antroji bazė B_2 (3.1) ($B_{2.2}$ (3.1))) ir kolektorius K (3.1) (antrasis kolektorius K_2 (3.1)), arba santaka D (3.1) (ištaka S (3.1)), kurių kraštinės yra lygiagrečios atitinkamoms epitaksinio n–sluoksnio 3 kraštinėms. Tarp n^+ –sričių 1 ir 3.1, pavyzdžiui, šalia pirmosios n^+ –srities 1, sudarant bendrą – emiterinę p^- – n^+ sandūrą, yra suformuota antroji stačiakampė p^- –sritis 2 – bazė B (2) (pirmoji bazė B_1 (2)), kurios kraštinės yra lygiagrečios atitinkamoms n^+ –srities 1 kraštinėms, p^- –srities 2 ilgis l_p , išilgai p^- –ir n^+ –sričių 2 ir 1 bendros sąlyčio kraštinės, yra padarytas didesnis už n^+ –srities 1 ilgį $l_{n^+} < l_p$, o p^- –srities 2 plotis l_{1-3} , statmenai ilgiui l_p ir lygiagrečiai padėklo 6 paviršiui, lemia DFP] funkcines savybes. Tarp p^- –ir trečiosios n^+ –sričių 2 ir 3.1 per visą n–sluoksnio 3 storį d vienodu atstumu $l_{2-(4; 5)}$ yra viena priešais kitą suformuotos dvi atskiros vienodų matmenų stačiakampės p^+ –sritys: ketvirtoji (4) ir penktoji (5), kurių kraštinės yra lygiagrečios atitinkamoms epitaksinio n–sluoksnio 3 kraštinėms, o lygiagrečiai ilgiui l_p atstumas l_{4-5} tarp p^+ –sričių 4 ir 5 lemia DFP] funkcines savybes. Visų n^+ –ir p^+ –sričių 1, 3.1, 4 ir 5 paviešiuose yra padaryti atitinkami ominiai kontaktai-išvadai: (E (E_1))–1.1,

(K (K_1)– $B_{2.2}$ arba D (S))–3.1, (K (K_2), arba E (E_2))–4.1 ir (E (E_2), arba K (K_2))–5.1, o p^- –srities 2 priešinguose kraštuose atstumu l_p viena nuo kitos yra padarytos dvi vienodų matmenų papildomos p^+ –sritys 2.1 ir 2.2 su atitinkamais ominiais kontaktais-išvadais B_1 ($B_{1.1}$) ir B_2 ($B_{1.2}$).

[vairių funkcinių savybių DFP] (Fig. 1) yra padaryti planarinės (paviršinės) technologijos būdu „vertikalios“ konstrukcijos (Fig. 3, Fig. 4), pavyzdžiui, ant pirmojo

n^+ – sluoksnio 1 – įtaiso padėklo 1 su ominių kontaktu-išvadu E (E_1) (1.1) ant vieno jo paviršiaus, ant padėklo 1 kito paviršiaus yra suformuotas storio d_2 , pavyzdžiui, epitaksinis antrasis p^- – sluoksnis 2, šiame p^- – sluoksnyje 2 yra suformuota stačiakampė trečioji n^- – sritis 3, kurios įterpimo į p^- – sluoksnį 2 gylis h_3 yra mažesnis už storį d_2 ($h_3 < d_2$) ir skirtumas $(d_2 - h_3) = l_{1-3}$, o n^- – srities 3 priešinguose kraštuose atstumu l_{4-5} viena nuo kitos yra suformuotos dvi vienodos p^+ – sritys: ketvirtoji (4) ir penktoji (5), su paviršiniais atitinkamais ominiais kontaktais-išvadais: K (K_2) (4.1) ir E (E_2) (5.1), arba atvirkščiai, ir p^+ – sričių 4 ir 5 įterpimo į n^- – sritį 3 atitinkami gyliai h_4 ir h_5 yra mažesni už h_3 ($h_{(4; 5)} < h_3$), o skirtumas $(h_3 - h_{(4; 5)}) = l_{2-(4; 5)}$, ir n^- – srities 3 viduryje tarp p^+ – sričių 4 ir 5 yra suformuota papildoma n^+ – sritis 3.1 su paviršiniu ominių kontaktu-išvadu: K (K_1) (3.1) arba B ($B_{2.2}$) (3.1), arba D (S) (3.1), ir papildomos n^+ – srities 3.1 įterpimo į n^- – sritį 3 gylis $h_{3.1}$ yra mažesnis už $h_{(4; 5)}$ ($h_{3.1} < h_{(4; 5)}$), o p^- – sluoksnyje 2 priešingose n^- – srities 3 pusėse yra suformuotos dvi atitinkamos papildomos p^+ – sritys 2.1 ir 2.2 su atitinkamais paviršiniais ominiais kontaktais-išvadais: B₁ ($B_{1.1}$) (2.1) ir B₂ ($B_{1.2}$) (2.2).

Dviejų įėjimų U_{in} (1; 2) ir dviejų išėjimų $U_{iš}$ (1; 2) stiprintuvas-dažnių ω_{in} (1; 2) maišiklis

(Fig. 5) yra padarytas su DFPĮ (Fig. 1, b), kurio ir kartu schemos veikos funkcijas lemia du

DT_(1; 2) dariniai su atitinkamais jų kontaktais-išvadais: E_(1; 2) (1.1; 4.1), K_(1; 2) (3.1; 5.1) ir

B_{((1.1; 1.2); 2.2)} ((2.1; 2.2); 3.1), kai DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas yra K₁-B_{2.2} (3.1). DT₁ kontaktas E₁ (1.1) per pirmąjį rezistorių R_1 (1) yra sujungtas su „žeme“ – įtaiso nulinio potencialo šina 13, ir kartu per pirmąjį kondensatorių C_1 (7) – su įtaiso pirmojo įėjimo gnybtu $U_{in 1}$ (14). DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas K₁-B_{2.2} (3.1) per antrąjį rezistorių R_2 (2) yra sujungtas su „žeme“ (13) ir kartu per antrąjį kondensatorių C_2 (8) – su įtaiso antrojo įėjimo gnybtu $U_{in 2}$ (15). DT₁ kontaktai-išvada B_(B_{1.1}; 1.2) (2.1; 2.2) yra sujungti tarpusavyje ir per lygiagrečiai sujungtus trečiąjį rezistorių R_3 (3), bei trečiąjį kondensatorių C_3 (9), yra sujungtas su „žeme“ (13) ir kartu per ketvirtąjį rezistorių R_4 (4) – su maitinimo įtampos $\mathcal{E}_0$ šaltinio 12 pirmuoju gnybtu, pavyzdžiui, teigiamo poliškumo „+“, kurio antrasis – neigiamo poliškumo gnybtas „-“ yra sujungtas su „žeme“ (13). DT₂ kontaktas-išvadas E₂ (4.1) per pirmąjį apkrovos

rezistorių R_{a1} (5) yra sujungtas su šaltinio 12 gnybtu „+“ ir kartu per ketvirtąjį kondensatorių C_4 (10) – su įtaiso pirmojo išėjimo gnybtu U_{i1} (16). DT_2 kontaktas-išvadas K_2 (5.1) per antrąjį apkrovos rezistorių R_{a2} (6) yra sujungtas su „žeme“ (13) ir kartu per penktąjį kondensatorių C_5 (11) – su įtaiso antrojo išėjimo gnybtu U_{i2} (17).

Dviejų įėjimų $U_{in(1;2)}$ ir trijų išėjimų $U_{i(1-3)}$ stiprintuvas-dažnių $\omega_{in(1-3)}$ maišiklis (Fig. 6) yra padarytas su DFPĮ (Fig. 1, b), kurio ir kartu schemos veikos funkcijas lemia du $DT_{(1;2)}$ dariniai su atitinkamais jų kontaktais-išvadais: $E_{(1;2)}$ (3.1; 4.1), $K_{(1;2)}$ (1.1; 5.1), $B_{((1.1; 1.2); 2.2)}$ (2.1; 2.2; 3.1), kai DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas yra $E_1-B_{2.2}$ (3.1). DT_1 kontaktas-išvadas K_1 (1.1) per R_{a1} (5) yra sujungtas su šaltinio (12) gnybtu „+“, kurio gnybtas „–“ – su „žeme“ (13) ir kartu per C_2 (8) – su gnybtu U_{i1} (16), o kontaktas-išvadas $B_{B1.1}$ (2.1) arba $B_{B1.2}$ (2.1), arba abu kartu, per R_1 (1) – su „žeme“ (13) ir kartu per R_2 (2) – su šaltinio (12) gnybtu „+“, ir kartu per C_1 (7) – su gnybtu U_{in1} (14). DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas $E_1-B_{2.2}$ (3.1) per R_3 (3) yra sujungtas su „žeme“ (13) ir kartu per R_4 (4) – su šaltinio (12) gnybtu „+“, ir kartu per C_4 (10) – su gnybtu

U_{in2} (15). DT_2 kontaktas-išvadas E_2 (4.1) per R_{a2} (6) yra sujungtas su šaltinio (12) gnybtu „+“ ir kartu per C_3 (9) – su gnybtu U_{i2} (17), kontaktas-išvadas K_2 (5.1) per R_{a3} (7) – su „žeme“ (13) ir kartu per C_5 (11) – su gnybtu U_{i3} (25).

Vieno įėjimo U_{in1} ir dviejų išėjimų $U_{i(1;2)}$ impulsų formuotuvas (Fig. 7) yra padarytas su DFPĮ (Fig. 1, b), kurio ir kartu schemos veikos funkcijas lemia du $DT_{(1;2)}$ dariniai su atitinkamais jų kontaktais-išvadais: $E_{(1;2)}$ (1.1; 4.1), $K_{(1;2)}$ (3.1; 5.1) ir $B_{((1.1; 1.2); 2.2)}$ (2.1; 2.2; 3.1), kai DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas yra $K_1-B_{2.2}$ (3.1) ir yra laisvas. DT_1 kontaktas-išvadas E_1 (1.1) per R_1 (1) yra sujungtas su „žeme“ (13) ir kartu per C_1 (7) – su gnybtu U_{in1} (14). DT_1 kontaktai-išvadai $B_{(B1.1; 1.2)}$ (2.1; 2.2) yra sujungti tarpusavyje ir per R_2 (2) – su „žeme“ (13), ir kartu per R_3 (3) – su DT_2 kontaktu-išvadu K_2 (5.1), kuris per R_{a2} (6) – su „žeme“ (13), ir kartu per C_3 (9) – su gnybtu U_{i2} (17). DT_2 kontaktas-išvadas E_2 (4.1) per R_{a1} (5) yra sujungtas su šaltinio 12 gnybtu „+“ ir kartu per C_2 (8) – su gnybtu U_{i1} (16). Šaltinio 12 gnybtas „–“ yra sujungtas su „žeme“ (13). Kitame schemos (Fig. 7) variante vietoje R_3 (3) yra įjungtas C_4 (10).

Vieno įėjimo $U_{in(1;2)}$ ir trijų išėjimų $U_{i(1-3)}$ impulsų formuotuvas (Fig. 8) yra padarytas su DFPĮ (Fig. 1, c), kurio ir kartu schemos veikos funkcijas lemia PT ir DT

dariniai su atitinkamais jų kontaktais-išvadais: $E_{(1;2)} (1.1; 4.1)$, $K_{(1;2)} (3.1; 5.1)$, $B_{((1;2); 2.2)} (2.1; 2.2; 3.1)$, kai DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas yra $K_1-B_{2.2} (3.1)$, kuris per $R_3 (3)$ yra sujungtas su „žeme“ (13) ir kartu per $C_2 (8)$ – su gnybtu $U_{in 1} (14)$, ir kartu per $R_4 (4)$ – su šaltinio (12) gnybtu „+“, kurio gnybtas „–“ – su „žeme“ (13). PT kontaktas-išvadas $E_1 (1.1)$ per $R_{a 1} (5)$ yra sujungtas su „žeme“ (13) ir kartu per $C_1 (7)$ – su gnybtu $U_{iš 1} (16)$, kontaktas-išvadas $B_1 (2.1)$ per $R_1 (1)$ – su „žeme“ (13), o kontaktas-išvadas $B_2 (2.2)$ per $R_2 (2)$ – su DT kontaktu-išvadu $K_2 (5.1)$, kuris per $R_{a 3} (7)$ – su „žeme“ (13) ir kartu per $C_4 (10)$ – su gnybtu $U_{iš 3} (25)$, o kontaktas-išvadas $E_2 (4.1)$ per $R_{a 2} (6)$ – su šaltinio (12) gnybtu „+“ ir kartu per $C_3 (9)$ – su gnybtu $U_{iš 2} (17)$. Kitame schemos (Fig. 8) variante vietoje $R_2 (2)$ yra įjungtas $C_4 (10)$.

Vieno įėjimo $U_{in 1}$, arba dviejų įėjimų $U_{in (1;2)}$, ir dviejų išėjimų $U_{iš (1;2)}$ impulsų formuotuvus (Fig. 9) yra padarytas su DFPĮ (Fig. 1, d), kurio ir kartu schemos veikos funkcijas lemia DT ir PT dariniai su atitinkamais jų kontaktais-išvadais: $E_{(1;2)}$, $K_{(1;2)}$, $B_{((1.1; 1.2); 2)}$, kai DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas yra $K_1-B_2 (3.1)$, kuris per $R_2 (2)$ yra sujungtas su „žeme“ (13). DT kontaktas-išvadas $E_1 (1.1)$ per $R_1 (1)$ yra sujungtas su „žeme“ (13) ir kartu per $C_1 (7)$ – su gnybtu $U_{in 1} (14)$, kontaktas-išvadas $B_{1.1} (2.1)$ per $C_2 (8)$ – su gnybtu $U_{in 2} (15)$, o kontaktas-išvadas $B_{1.2} (2.2)$ – su „žeme“ (13), arba schemos kitame variante abu kontaktai-išvadai $B_{(1.1-1.2)} (2.1; 2.2)$ – su „žeme“ (13) (vieno įėjimo $U_{in 1}$ variantas). PT kontaktas-išvadas $E_2 (4.1)$ per $R_{a 2} (6)$ yra sujungtas su „žeme“ (13) ir kartu per $C_4 (10)$ – su gnybtu $U_{iš 2} (17)$, o kontaktas-išvadas $K_2 (5.1)$ per $C_3 (9)$ – su gnybtu $U_{iš 1} (16)$ ir kartu per $R_{a 1} (5)$ – su šaltinio (12) gnybtu „+“, kurio gnybtas „–“ – su „žeme“ (13).

Vieno įėjimo $U_{in 1}$ ir trijų išėjimų $U_{in (1-3)}$ impulsų formuotuvus (Fig. 10) yra padarytas su DFPĮ (Fig. 1, c), kurio ir kartu schemos veikos funkcijas lemia PT ir DT dariniai su atitinkamais jų kontaktais-išvadais: $E_{(1;2)} (1.1; 4.1)$, $K_{(1;2)} (3.1; 5.1)$ ir $B_{((1;2); 2.2)} (2.1; 2.2; 3.1)$, kai DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas yra $K_1-B_{2.2} (3.1)$ ir yra laisvas. PT kontaktas-išvadas $E_1 (1.1)$ per $R_1 (1)$ yra sujungtas su „žeme“ (13) ir kartu per $C_3 (9)$ – su gnybtu $U_{iš 3} (18)$, o kontaktai-išvadai $B_{(1;2)} (2.1; 2.2)$ per atitinkamus $R_{(2;3)} (2; 3)$ yra sujungti su transformatoriaus (Tr) (19) antrinės apvijos (II) (21) dviem išvadais, kai Tr (19) pirminės apvijos (I) (20) vienas išvadas yra sujungtas su gnybtu $U_{in 1} (14)$, o kitas išvadas – su „žeme“ (13). DT kontaktas-išvadas $E_2 (4.1)$ per $C_1 (7)$ yra sujungtas su gnybtu $U_{iš 1} (16)$ ir kartu per $R_{a 1} (5)$ – su šaltinio 12 gnybtu „+“, kurio gnybtas „–“ – su „žeme“ (13), o kontaktas-išvadas $K_2 (5.1)$ per $R_{a 2}$

(6) – su „žeme“ (13) ir kartu per C_2 (8) – su gnybtu U_{i2} (8).

Keturių įėjimų $U_{in(1-4)}$ ir vieno išėjimo U_{i1} stiprintuvas- dažnių $\omega_{in(1-4)}$ maišiklis (Fig. 11) yra padarytas su DFPĮ (Fig. 1, e), kurio ir kartu schemos veikos funkcijas lemia DT ir VT dariniai su atitinkamais jų kontaktais-išvadais: E (1.1), K (3.1), $B_{(1.1; 1.2)}$ (2.1; 2.2) ir $G_{(1; 2)}$ (4.1; 5.1), D (3.1), kai DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas yra K-D (3.1), kuris per C_4 (10) yra sujungtas su gnybtu U_{i1} (16) ir kartu per R_{a1} (5) – su šaltinio 12 gnybtu „+“, kurio gnybtas „–“ – su „žeme“ (13). DT kontaktas-išvadas E (1.1) per R_1 (1) yra sujungtas su „žeme“ (13) ir kartu per C_1 (7) – su gnybtu U_{in1} (14), kontaktas-išvadas $B_{1.2}$ (2.2) per lygiagrečiai sujungtus R_2 (2), bei C_3 (9) – su „žeme“ (13) ir kartu per R_3 (3) – su šaltinio 12 gnybtu „+“, o kontaktas-išvadas $B_{1.1}$ (2.1) per C_2 (8) – su gnybtu U_{in2} (15). VT kontaktas-išvadas G_1 (4.1) per R_{G1} (22) yra sujungtas su „žeme“ (13) ir kartu per C_3 (9) – su gnybtu U_{in3} (18), o kontaktas-išvadas G_2 (5.1) per R_{G2} (23) – su „žeme“ (13) ir kartu per C_5 (11) – su gnybtu U_{in4} (24).

Penkių įėjimų $U_{in(1-5)}$ ir vieno išėjimo U_{i1} , arba keturių įėjimų $U_{in(1-4)}$ ir dviejų išėjimų $U_{i(1; 2)}$, stiprintuvas-dažnių $\omega_{in(1-5)}$, arba $\omega_{in(1-4)}$, maišiklis (Fig. 12) yra padarytas su DFPĮ (Fig. 1, e), kurio ir kartu schemos veikos funkcijas lemia DT ir VT dariniai su atitinkamais kontaktais-išvadais: E (1.1), K (3.1), $B_{(1.1; 1.2)}$ (2.1; 2.2) ir $G_{(1; 2)}$ (4.1; 5.1), D (3.1), kai DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas yra K-D (3.1), kuris per C_4 (10) yra sujungtas su gnybtu U_{i1} (16) ir kartu per R_{a1} (5) – su šaltinio 12 gnybtu „+“, kurio gnybtas „–“ – su „žeme“. DT kontaktas-išvadas E (1.1) per R_1 (1) yra sujungtas su „žeme“ (13) ir kartu per C_1 (7) – su gnybtu U_{in1} (14) (arba – su gnybtu U_{i2} (17)), kontaktas-išvadas $B_{1.2}$ (2.2) per R_2 (2) – su „žeme“ (13) ir kartu per R_3 (3) – su šaltinio 12 gnybtu „+“, ir kartu per C_6 (27) – su gnybtu U_{in5} (25), o kontaktas-išvadas $B_{1.1}$ (2.1) per R_4 (4) – su „žeme“ (13) ir kartu per R_5 (26) – su šaltinio 12 gnybtu „+“, ir kartu per C_2 (8) – su gnybtu U_{in2} (15). VT kontaktas-išvadas G_1 (4.1) per R_{G1} (22) yra sujungtas su „žeme“ (13) ir kartu per C_3 (9) – su gnybtu U_{in3} (18), o kontaktas-išvadas G_2 (5.1) per R_{G2} (23) – su „žeme“ (13) ir kartu per C_5 (11) – su gnybtu U_{in4} (24).

Dviejų įėjimų $U_{in(1; 2)}$ ir vieno išėjimo U_{i1} , arba dviejų išėjimų $U_{i(1; 2)}$ ir vieno įėjimo

U_{in1} , stiprintuvas-impulsų formuotuvai ir dažnių $\omega_{in(1; 2)}$ maišiklis, arba dviejų

išėjimų $U_{iš(1;2)}$ generatorius, (Fig. 13) yra padarytas su DFPĮ (Fig. 1, e), kurio, ir kartu schemos, veikos funkcijas lemia DT ir VT dariniai su atitinkamais kontaktais-išvadais: E (1.1), K (3.1), $B_{(1.1; 1.2)}$ (2.1; 2.2) ir $G_{(1; 2)}$ (4.1; 5.1), D (3.1), kai DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas yra K-D (3.1), kuris per C_4 (10) yra sujungtas su gnybtu $U_{iš 1}$ (16) ir kartu per $R_{a 1}$ (5) – su šaltinio 12 gnybtu „+“, kurio gnybtas „–“ – su „žeme“ (13). DT kontaktas-išvadas E (1.1) per R_1 (1) yra sujungtas su „žeme“ (13) ir kartu per C_2 (8) – su gnybtu $U_{in 2}$ (15) (arba – su gnybtu $U_{iš 2}$ (17)), o kontaktai-išvadai $B_{(1.1; 1.2)}$ (2.1; 2.2) kartu per R_2 (2) – su „žeme“ (13) ir kartu per R_3 (3) – su šaltinio 12 gnybtu „+“, ir kartu per C_1 (7) – su gnybtu $U_{in 1}$ (14). VT kontaktai-išvadai $G_{(1; 2)}$ (4.1; 5.1) kartu per lygiagrečiai sujungtus R_4 (4), bei C_3 (9), yra sujungti su „žeme“ (13) ir kartu per R_5 (26) – su šaltinio 12 gnybtu „+“. Kitame schemos variante – generatoriuje DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas K-D (3.1) per nuosekliai sujungtus C_5 (11) ir pirmąjį induktorių L_1 (28) yra sujungtas su DT gnybtu E (1.1).

Trijų įėjimų $U_{in(1-3)}$ ir dviejų išėjimo $U_{iš(1; 2)}$ stiprintuvas-dažnių $\omega_{in(1-4)}$ maišiklis (Fig. 14) yra padarytas su DFPĮ (Fig. 1, e), kurio ir kartu schemos veikos funkcijas lemia DT ir VT dariniai su atitinkamais jų kontaktais-išvadais: K (1.1), E (3.1), $B_{(1.1; 1.2)}$ (2.1; 2.2) ir $G_{(1; 2)}$ (4.1; 5.1), S (3.1), kai DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas yra E-S (3.1), kuris per C_5 (11) yra sujungtas su gnybtu $U_{iš 1}$ (16) ir kartu per $R_{a 2}$ (6) – su šaltinio 12 gnybtu „–“, kurio gnybtas „+“ – su „žeme“ (13). DT kontaktas-išvadas K (1.1) per $R_{a 1}$ (5) yra sujungtas su „žeme“ (13) ir kartu per C_1 (7) – su gnybtu $U_{iš 2}$ (17), kontaktas-išvadas $B_{1.2}$ (2.2) per lygiagrečiai sujungtus R_1 (1), bei C_3 (9) – su „žeme“ (13) ir kartu per R_2 (2) – su šaltinio 12 gnybtu „–“, o kontaktas-išvadas $B_{1.1}$ (2.1) per C_2 (8) – su gnybtu $U_{in 1}$ (14). VT kontaktas-išvadas G_1 (4.1) per C_4 (10) yra sujungtas su gnybtu $U_{in 2}$ (15) ir kartu per $R_{G 1}$ (22) – su „žeme“ (13), ir kartu per R_3 (3) – su šaltinio 12 gnybtu „–“, o kontaktas-išvadas G_2 (5.1) per C_6 (27) – su gnybtu $U_{in 3}$ (18) ir kartu per $R_{G 2}$ (23) – su „žeme“ (13), ir kartu per R_4 (4) – su šaltinio 12 gnybtu „–“.

Trijų išėjimų $U_{iš(1-3)}$ ir vieno moduliavimo įėjimo $U_{in M 1}$ generatorius (Fig. 15, a) yra padarytas su DFPĮ (Fig. 1, b), kurio ir kartu schemos veikos funkcijas lemia du $DT_{(1; 2)}$ dariniai su atitinkamais jų kontaktais-išvadais: $E_{(1; 2)}$ (1.1; 4.1), $K_{(1; 2)}$ (3.1; 5.1) ir $B_{((1.1; 1.2); 2.2)}$ ((2.1; 2.2); 3.1), kai DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas yra K_1 - $B_{2.2}$ (3.1), kuris per R_4 (4) yra sujungtas su „žeme“ (13) ir kartu per R_3 (3) – su šaltinio 12 gnybtu „+“, kurio gnybtas „–“ – su „žeme“ (13). DT_1 kontaktas-išvadas E_1 (1.1) per

R_{a3} (30) yra sujungtas su „žeme“ (13) ir kartu per C_3 (9) – su gnybtu U_{i3} (29), kontaktas-išvadas $B_{1.2}$ (2.2) per C_4 (10) – su gnybtu U_{inM1} (31), o kontaktas-išvadas $B_{1.1}$ (2.1) per nuosekliai sujungtus R_5 (26) ir C_5 (11) – su DT_2 kontaktu-išvadu E_2 (4.1) ir kartu per R_1 (1) – su šaltinio 12 gnybtu „+“, ir kartu per R_2 (2) – su „žeme“ (13), ir kartu per nuosekliai sujungtus C_6 (27) ir L_1 (28) – su DT_2 kontaktu-išvadu K_2 (5.1), kuris per C_2 (8) – su gnybtu U_{i1} (16) ir kartu per R_{a2} (6) – su „žeme“ (13). DT_2 kontaktas-išvadas E_2 (4.1) per C_1 (7) yra sujungtas su gnybtu U_{i2} (17) ir kartu per R_{a1} (5) – su šaltinio 12 gnybtu „+“.

Trijų išėjimų U_{i1-3} ir vieno moduliavimo įėjimo U_{inM1} generatorius (Fig. 15, b) yra padarytas su DFPĮ (Fig. 1, b), kurio ir kartu schemas veikos funkcijas lemia du $DT_{(1;2)}$ dariniai su atitinkamais jų kontaktais-išvadais: $E_{(1;2)}$ (1.1; 4.1), $K_{(1;2)}$ (3.1; 5.1) ir $B_{((1.1; 1.2); 2.2)}$ ((2.1; 2.2); 3.1), kai DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas yra $K_1-B_{2.2}$ (3.1), kuris per R_4 (4) yra sujungtas su „žeme“ (13) ir kartu per R_3 (3) – su šaltinio 12 gnybtu „+“, kurio gnybtas „–“ – su „žeme“ (13). DT_1 kontaktas-išvadas E_1 (1.1) per R_{a3} (30) yra sujungtas su „žeme“ (13) ir kartu per C_3 (9) – su gnybtu U_{i3} (29), kontaktas-išvadas $B_{1.2}$ (2.2) per C_4 (10) – su gnybtu U_{inM1} (31), o kontaktas-išvadas $B_{1.1}$ (2.1) per nuosekliai sujungtus R_5 (26) ir C_5 (11) – su DT_2 kontaktu-išvadu E_2 (4.1), kuris per R_{a1} (5) – su šaltinio 12 gnybtu „+“ ir kartu per C_1 (7) – su gnybtu U_{i2} (17), ir kontaktas-išvadas $B_{1.1}$ (2.1) per R_1 (1) – su šaltinio 12 gnybtu „+“, ir kartu per C_7 (33) – su DT_2 kontaktu-išvadu K_2 (5.1), kuris per C_2 (8) – su gnybtu U_{i1} (16) ir kartu per R_{a2} (6) – su „žeme“ (13), ir kartu kontaktas-išvadas $B_{1.1}$ (2.1) per C_8 (34) ir per lygiagrečiai sujungtus C_6 (27), bei L_1 (28) – su „žeme“ (13).

Dviejų išėjimų $U_{i1;2}$ ir dviejų moduliavimų įėjimų $U_{inM(1;2)}$ generatorius (Fig. 16, a) yra padarytas su DFPĮ (Fig. 1, e), kurio ir kartu schemas veikos funkcijas lemia DT ir VT dariniai su atitinkamais kontaktais-išvadais: E (1.1), K (3.1), $B_{(1.1; 1.2)}$ (2.1; 2.2) ir $G_{(1;2)}$ (4.1; 5.1), D (3.1), kai DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas yra $K-D$ (3.1), kuris per C_1 (7) yra sujungtas su gnybtu

U_{i1} (16) ir kartu per nuosekliai sujungtus R_6 (36) ir C_7 (33) – su DT_1 kontaktu-išvadu $B_{1.1}$ (2.1), ir kartu per nuosekliai sujungtus L_1 (28), bei C_6 (27) – su DT kontaktu-išvadu E (1.1), ir kartu per R_{a1} (5) – su šaltinio 12 gnybtu „+“, kurio gnybtas „–“ yra sujungtas su „žeme“ (13). DT kontaktas-išvadas E (1.1) per R_{a2} (6) yra sujungtas su „žeme“ (13) ir kartu per C_2 (8) – su gnybtu U_{i2} (17), kontaktas-išvadas $B_{1.2}$ (2.2) per C_3 (9) – su gnybtu U_{inM2} (32), o kontaktas-išvadas $B_{1.1}$ (2.1) per

R_2 – su „žeme“ ir kartu per R_1 – su šaltinio gnybtu „+“. VT kontaktas-išvadas G_1 (4.1) per lygiagrečiai sujungtus C_5 (11) ir R_4 (4) yra sujungtas su „žeme“ (13) ir kartu per R_3 (3) – su šaltinio 12 gnybtu „+“, ir kartu per R_5 (26) – su gnybtu G_2 (5.1), kuris per C_4 (10) – su gnybtu $U_{in M 1}$ (31).

Dviejų išėjimų $U_{iš (1; 2)}$ ir dviejų moduliavimų įėjimų $U_{in M (1; 2)}$ generatorius (Fig. 16, b) yra padarytas su DFPĮ (Fig. 1, e), kurio ir kartu schemos veikos funkcijas lemia DT ir VT dariniai su atitinkamais kontaktais-išvadais: E (1.1), K (3.1), $B_{(1.1; 1.2)}$ (2.1; 2.2) ir $G_{(1; 2)}$ (4.1; 5.1), D (3.1), kai DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas yra $K-D$ (3.1), kuris per C_1 (7) yra sujungtas su gnybtu

$U_{iš 1}$ (16) ir kartu per nuosekliai sujungtus R_6 (36), bei C_7 (33) – su DT_1 kontaktu-išvadu $B_{1.1}$ (2.1), ir kartu per nuosekliai sujungtus C_8 (34), bei C_9 (35) – su DT kontaktu-išvadu E (1.1), ir kartu per $R_{a 1}$ (5) – su šaltinio 12 gnybtu „+“, kurio gnybtas „–“ yra sujungtas su „žeme“ (13). DT kontaktas-išvadas E (1.1) per $R_{a 2}$ (6) yra sujungtas su „žeme“ (13) ir kartu per C_2 (8) – su gnybtu $U_{iš 2}$ (17), kontaktas-išvadas $B_{1.2}$ (2.2) per C_3 (9) – su gnybtu $U_{in M 2}$ (32), o kontaktas-išvadas $B_{1.1}$ (2.1) per R_2 (2) – su „žeme“ (13) ir kartu per R_1 (1) – su šaltinio 12 gnybtu „+“. VT kontaktas-išvadas G_1 (4.1) per lygiagrečiai sujungtus C_5 (11) ir R_4 (4) yra sujungtas su „žeme“ (13), ir kartu per R_3 (3) – su šaltinio 12 gnybtu „+“, ir kartu per R_5 (26) – su gnybtu G_2 (5.1), kuris per C_4 (10) – su gnybtu $U_{in M 1}$ (31). Kondensatorių C_8 (34) ir C_9 (35) bendrojo jungimo mazgas per lygiagrečiai sujungtus L_1 (28) ir C_6 (27) yra sujungtas su „žeme“ (13).

Trijų išėjimų $U_{iš (1-3)}$ relaksacinių virpesių RC-generatorius (Fig. 17) yra padarytas su DFPĮ (Fig. 1, d), kurio ir kartu schemos veikos funkcijas lemia DT ir PT dariniai su atitinkamais kontaktais-išvadais: $E_{(1; 2)}$ (1.1; 5.1), $K_{(1; 2)}$ (3.1; 4.1), $B_{((1.1; 1.2); 2)}$ (2.1; 2.2; 3.1), kai DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas yra K_1-B_2 (3.1), kuris per C_1 (7) yra sujungtas su gnybtu $U_{iš 1}$ (16) ir kartu per $R_{a 1}$ (5) – su šaltinio 12 gnybtu „+“, o gnybtas „–“ – su „žeme“ (13). DT kontaktas-išvadas E_1 (1.1) per $R_{a 2}$ (6) yra sujungtas su „žeme“ (13) ir kartu per C_2 (8) – su gnybtu $U_{iš 2}$ (17), kontaktai-išvadai $B_{(1.1; 1.2)}$ (2.1; 2.2) per C_4 (10) – su „žeme“ (13) ir kartu per R_1 (1) – su šaltinio 12 gnybtu „+“, ir kartu – su PT kontaktu-išvadu K_2 (4.1), o kontaktas-išvadas E_2 (5.1) per $R_{a 3}$ (30) yra sujungtas su „žeme“ (13) ir kartu per C_3 (9) – su gnybtu $U_{iš 3}$ (29).

Dviejų įėjimų $U_{in (1; 2)}$ ir dviejų išėjimų $U_{iš (1; 2)}$ stiprintuvas-dažnių $\omega_{in (1; 2)}$

maišiklis (Fig. 5) su DFPĮ (Fig. 1, b), kurio bendrasis kontaktas-išvadas yra $K_1-B_{2,2}$, veikia tokiu būdu.

Ijungia maitinimo šaltinio 12 įtampą $\mathcal{E}_0$ ir atitinkamų $DT_{(1;2)}$ atitinkamus veikos taškus „C1“ – $\{I_{K10}, U_{KB10}\}$ ir „C2“ – $\{I_{K20}, U_{KE20}\}$ atitinkamose išėjimo voltamperinėse charakteristikose (VACH) nustato atitinkamų apkrovų $(R_1 + R_{2-4} + R_{in2(e)})$ ir $(R_{a1} + R_{a2})$ tiesių viduryje, ir tuo tikslu parenka įtampos $\mathcal{E}_0$ vertę, bei rezistorinio daliklio $R_3||R_4$ (3; 4) dalinimo vertę $k_{3/4} = R_3/(R_3 + R_4)$, esant pasirinktoms $R_{(1;a(1;2))}$ (1; 5; 6) vertėms, čia: R_{2-4} – DT_1 - DT_2 kolektoriaus-bazės K_1-B_2 bendrosios n–srities 3 ilgio $l_{(2-4;5)}$ varža; $R_{in2(e)}$ – DT_2 įėjimo varža bendro emiterio (BE) schemos atveju, kai $R_{a1} > 0$; $I_{K(1;2)0}$ ir $U_{(K(1;2)(B(1;2);E(1;2)))}$ (1; 2) 0 – atitinkamų $DT_{(1;2)}$ kolektorių $K_{(1;2)}$ srovės ir kontaktų $K_{(1;2)}-(B_{(1;2)}; E_{(1;2)})$ įtampos atitinkamuose bendros bazės (BB) ir BE schemose atitinkamuose veikos taškuose „C_(1;2)“, ir DFPĮ (Fig. 1, a, Fig. 2–Fig. 4) su $DT_{(1;2)}$ dariniais (Fig. 1, b), kai DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas yra $K_1-B_{2,2}$, statines ir dinamines veikas aprašo lygtimis:

$$\left. \begin{aligned} I_{E1} - I_{B(1.1;1.2;1.1-1.2)} &= I_{K1} = I_{B(2.1;2.2)} = I_{E2} - I_{K2}, \\ i_{E1}(t) - i_{B(1.1;1.2;1.1-1.2)} &= i_{K1} = i_{B(2.1;2.2)} = i_{E2} - i_{K2}, \\ (1) \\ I_{K1} &= \alpha_{01} \cdot I_{E1} = \beta_{01} \cdot I_{B1}, \quad I_{K2} = \alpha_{02} \cdot I_{E2} = \beta_{02} \cdot I_{B2}, \\ i_{K1} &= \alpha_1 \cdot i_{E1} = \beta_1 \cdot i_{B1}, \quad i_{K2} = \alpha_2 \cdot i_{E2} = \beta_2 \cdot i_{B2}, \end{aligned} \right\}$$

čia: $I_{(E,K,B)(1;2)}$ ir $i_{(E,K,B)(1;2)}$ – atitinkamai $DT_{(1;2)}$ darinių kontaktų-išvadų: $E_{(1;2)}$, $K_{(1;2)}$ ir $B_{(1;2)}$ pastoviosios ir kintamosios srovės; $\alpha_{0(1;2)}$, $\beta_{0(1;2)}$ ir $\alpha_{(1;2)}$, $\beta_{(1;2)}$ – statinės ir dinaminės vertės.

Kai poveikio signalą $u_{in1}(t)$ paduoda tik į gnybtą U_{in1} (14), tai šiuo atveju gnybte $U_{iš2}$ (17) įtampos diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{u2(1)}$ yra:

$$K_{u2(1)} = U_{0iš2}/U_{0in1} \cong [S_1 \cdot (R_{2-4} + R_{in2(e)}) \cdot S_2 \cdot R_{a2}] / [1 + R_{a1}/R_{a2}], \quad (2)$$

čia: $U_{0iš2}$ ir U_{0in1} – atitinkamai gnybte $U_{iš2}$ (17) įtampos $u_{iš2}(t)$ ir poveikio įtampos $u_{in1}(t)$ gnybte U_{in1} (14) amplitudžių vertės, kai $DT_{(1;2)}$ atitinkami soties koeficientai $K_s(1;2) =$

$= I_{0K(1;2)}/I_{sK(1;2)} < 1$, čia: $I_{0K(1;2)}$ ir $I_{sK(1;2)}$ – $DT_{(1;2)}$ atitinkamos srovės $i_{K(1;2)}(t)$ amplitudė ir soties vertė, kai $U_{KB(1;2)} = 0$; $S_{(1;2)}$ – atitinkamai $DT_{(1;2)}$ diferencialiniai

statumai, kurie yra išreiškiami taip: $S_1 = \alpha_{o1} \cdot I_{E1} / \varphi_T$; $S_2 = \alpha_{o1} \cdot \beta_{o2} \cdot I_{E1} / \varphi_T$; $R_{in2(e)} \cong R_{BE2(e)} + \beta_{o2} \cdot R_{a1}$; $R_{BE2(e)} \cong$

$\cong \beta_{o2} / S_2 - DT_2$ įėjimo varža BE schemoje be neigiamo grįžtamojo ryšio, kai $R_{a1} = 0$; $\alpha_{o1} - DT_1$ emiterio E_1 pastoviosios srovės I_{E1} perdavimo koeficientas bendros bazės (BB) schemoje; $\beta_{o2} - DT_2$ bazės B_2 pastoviosios srovės I_{B2} stiprinimo koeficientas BE schemoje; $I_{B2} = \alpha_{o1} \cdot I_{E1}$; φ_T – temperatūrinis koeficientas. Iš (2) gauname: $K_{u2(1)} \cong 3,3 \cdot 10^4$, kai yra pasirinktos tipinės vertės: $R_{a1} = 1 \text{ k}\Omega$, $R_{a2} = 10 \text{ k}\Omega$, $\alpha_{o1} = 0,95$, $\beta_{o2} = 100$, $\varphi_T = 0,026 \text{ V}$, ir $I_{E1} = 10 \text{ mA}$. Schemas

(Fig. 5) gnybte $U_{i2(17)}$ srovės $i_{in1}(t)$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{i2(1)} =$

$= I_{oRa2} / I_{oin1} = \alpha_{o1} \cdot \beta_{o2} \cong \beta_{o2} = 100$, čia: I_{oin1} ir I_{oRa2} – atitinkamų srovių $i_{in1}(t)$ – gnybte $U_{in1(14)}$ ir $i_{Ra2}(t)$ – rezistoriuje R_{a2} (6) amplitudės; β_{o2} – diferencialinė vertė, ir iš čia gnybte $U_{i2(17)}$ galios P_{i2} diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{p2(1)} = K_{u2(1)} \cdot K_{i2(1)}$, ir, esant pasirinktos vertėms: $K_{i2(1)} \cong 100$, o $K_{p2(1)} \cong 3,3 \cdot 10^6$. Schemas (Fig. 5) gnybte $U_{i1(16)}$ įtampos diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{u1(1)}$ yra:

$$K_{u1(1)} = U_{o i1} / U_{oin1} \cong S_1 \cdot R_{in2(k)}, \quad (3)$$

čia: $U_{o i1}$ – įtampos $u_{i1}(t)$ amplitudė gnybte $U_{i1(16)}$; $R_{in2(k)} - DT_2$ įėjimo varža emiterinio kartotuvo (EK) jungimo schemoje, ir yra išreiškiama taip: $R_{in2(k)} \cong R_{BE2(e)} + \beta_{o2} \cdot R_{a1}$. Iš (3) gauname: $K_{u1(1)} \cong 3,6 \cdot 10^4$, kai yra pasirinktos tas pačios tipinės vertės. Schemas (Fig. 5) gnybte $U_{i1(16)}$ srovės $i_{in1}(t)$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{i1(1)} = I_{o i1} / I_{oin1}(t) \cong \alpha_{o1} \cdot \beta_{o2} \cong$

$\cong \beta_{o2} = 100$, ir iš čia gnybte $U_{i1(16)}$ galios $P_{i1(1)}$ diferencialinis stiprinimo koeficientas

$$K_{p1(1)} = K_{u1(1)} \cdot K_{i1(1)}, \text{ ir, esant pasirinktos vertėms: } K_{p1(1)} \cong 3,6 \cdot 10^6.$$

Kai schemoje (Fig. 5) poveikio signalą $u_{in2}(t)$ paduoda tik į gnybtą $U_{in2(15)}$, tai šiuo atveju DT_1 veikia pastovios srovės I_{ko1} generatoriaus veikoje, o DT_2 veikia BE schemoje, kurio veikos tašką „c2“ – $\{I_{ko2}, U_{KEo1}\}$ išėjimo VACH apkrovos ($R_{a1} + R_{a2}$) (5; 6) tiesėje užduoda su DT_1 , todėl šiuo atveju gnybte $U_{i2(17)}$ įtampos diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{u2(2)}$ yra:

$$K_{u2(2)} = U_{o i2} / U_{oin2} \cong (S_2 \cdot R_{a2}) / [1 + R_{a1} / R_{a2}], \quad (4)$$

ir iš čia koeficientas $K_{u2(2)} \cong 3,3 \cdot 10^5$, esant anksčiau pasirinktoms vertėms.

Schemos (Fig. 5) gnybte $U_{i2(17)}$ srovės $i_{in2}(t)$ diferencialinis stiprinimo koeficientas

$K_{i2(2)} = I_{o i2}(t) / I_{o in2}(t) \cong \beta_{o2} = 100$, ir iš čia gnybte U_{i2} galios P_{i2} diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{p2(2)} = K_{u2(2)} \cdot K_{i2(2)}$, ir, esant pasirinktos vertėms: $K_{p2(2)} \cong 3,3 \cdot 10^5$.

Kai schemoje (Fig. 5) poveikio signalą $u_{in2}(t)$ paduoda tik į gnybtą $U_{in2}(15)$, ir išėjimo signalą $u_{i2}(t)$ pasirenka gnybte $U_{i2}(16)$, tai šiuo atveju tranzistorius DT_2 yra įjungtas EK schemoje, ir gnybte $U_{i2}(15)$ įtampos diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{u1(2)}$ yra:

$$K_{u1(2)} = U_{o i2} / U_{o in2} \cong 1, \quad (5)$$

o gnybte U_{i2} srovės $i_{in2}(t)$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{i1(2)} = I_{o i2}(t) / I_{o in2}(t) \cong$

$\cong \beta_{o2} + 1 \cong \beta_{o2} = 100$, ir iš čia gnybte U_{i2} galios P_{i2} diferencialinis stiprinimo koeficientas

$K_{p1(2)} = K_{u1(2)} \cdot K_{i1(2)}$, ir, esant pasirinktos vertėms: $K_{p1(2)} \cong 100$. Visais poveikių $u_{in(1;2)}(t)$ atvejais reakcijų signalų $u_{i2(1;2)}(t)$ atitinkamų fazių $\varphi_{i2(1;2)}$ skirtumas $\Delta\varphi_{i2} = |\varphi_{i2(1)} - \varphi_{i2(2)}| =$

$$= 180^\circ \cong \pi \text{ rad.}$$

Kai schemoje (Fig. 5) poveikių signalus $u_{in(1;2)}(t)$ paduoda kartu į abu atitinkamus gnybtus $U_{in(1;2)}(14; 15)$, tai šiuo atveju schema (Fig. 5) veikia kaip signalų $u_{in(1;2)}(t)$ maišiklis, ir tai praplečia įtaiso funkcines galimybes – turime daugiafunkcinį įtaisą su dviem nepriklausomais įėjimais $U_{in(1;2)}(14; 15)$ ir dviem funkciškai surištais išėjimais $U_{i2(1;2)}(16; 17)$. Kai schemoje (Fig. 5) į gnybtus $U_{in(1;2)}(14; 15)$ paduoda atitinkamus harmoninius signalus

$u_{in(1;2)}(t) = U_{o in(1;2)} \cdot \sin(\omega_{in(1;2)} \cdot t)$ su mažo signalo poveikius tenkinančiomis atitinkamomis amplitudėmis $U_{o in(1;2)} \ll (0,5-0,6) \text{ V}$, gnybtuose $U_{i2(1;2)}(16; 17)$ yra formuojami neharmoniniai sudėtinio spektro atitinkami sustiprinti signalai $u_{i2(1;2)}(1-2)(t)$, nes šiuo atveju DT_2 diferencialinis statumas $S_2(u_{in1}(t))$ – signalo $u_{in1}(t)$ funkcija, ir iš čia signalų $u_{i2(1;2)}(1-2)(t)$ harmonikas sudaro atitinkami kombinaciniai dažniai ω_{i2}

(1; 2) k :

$$\omega_{iš(1;2)k} = |\pm n \cdot \omega_{in1} \pm m \cdot \omega_{in2}|, \quad (6)$$

čia: $n, m = 1; 2; 3; \dots$

Dviejų įėjimų $U_{in(1;2)}$ ir trijų išėjimų $U_{iš(1-3)}$ stiprintuvas-dažnių $\omega_{in(1-3)}$ maišiklis (Fig. 6) su DFPĮ (Fig. 1, b), kurio bendrasis kontaktas-išvadas yra E₁-B_{2.2}, veikia tokiu būdu.

Įjungia maitinimo šaltinio 12 įtampą $\mathcal{E}_0$ ir atitinkamų DT_(1;2) atitinkamus veikos taškus „C₁“ – $\{I_{K10}, U_{KE10}\}$ ir „C₂“ – $\{I_{K20}, U_{KE20}\}$ atitinkamose išėjimo VACH nustato atitinkamų apkrovų ($R_{a1} + R_{2-4} + R_{in2}^*(e)$) ir ($R_{a2} + R_{a3}$) tiesių viduryje, ir tuo tikslu parenka įtampos $\mathcal{E}_0$ vertę, bei rezistorinių daliklių $R_1||R_2(1;2)$ ir $R_4||R_3(4;3)$ atitinkamas dalinimo vertes $k_{(1/2;4/3)} =$

$= R_{(1;4)} / (R_{(1;4)} + R_{(2;3)})$, esant pasirinktoms $R_{a(1-3)}$ (5–7) vertėms, čia: $R_{in2}^*(e)$ – DT₂ įėjimo varža BE schemos atveju, kai $R_{a2} > 0$; $I_{K(1;2)0}$ ir $U_{(K(1;2);E(1;2)) (1;2)0}$ – atitinkamų DT_(1;2) kolektorių

$K_{(1;2)}$ srovės ir kontaktų $K_{(1;2)}$ -E_(1;2) įtampos BE schemose atitinkamuose veikos taškuose

„C_(1;2)“, ir DFPĮ (Fig. 1, a, Fig. 2– Fig. 4) su DT_(1;2) dariniais (Fig. 1, b), kai DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas yra E₁-B_{2.2}, statines ir dinamines veikas aprašo lygtimis (1), ir papildoma aktyvios veikos sąlyga: $\mathcal{E}_0 \cdot (k_{1/2} - k_{4/3}) = (0,4-0,7)$ V. Kai poveikio signalą $u_{in1}(t)$ paduoda tik į gnybtą U_{in1} (14), tai šiuo atveju gnybte $U_{iš1}$ (16) įtampos diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{u1(1)}$ yra:

$$K_{u1(1)} = U_{o iš1} / U_{o in1} \cong (S_1 \cdot R_{a1}) / [1 + R_{in2}^*(e) / R_{a1}], \quad (7)$$

ir iš čia gauname: $K_{u1(1)} \cong 0,33$, kai yra pasirinktos tipinės vertės: $R_{a(1;3)} = 10$ kΩ, $R_{a2} = 1$ kΩ,

$\alpha_{o(1;2)} = 0,95$, $\beta_{o(1;2)} = 100$, $\varphi_T = 0,026$ V, $I_{E1} = 0,1$ mA ir $I_{E2} = I_{E1} \cdot \beta_{o2} = 10$ mA, ir $K_{u1(1)} < 1$ vertę lemia neigiamo grįžtamojo ryšio varža $R_{in2}^*(e) \cong 10^3$ Ω, o gnybte $U_{iš2}$ (17) įtampos diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{u2(1)}$ yra:

$$K_{u2(1)} = U_{o iš2} / U_{o in1} \cong 1, \quad (8)$$

nes šiuo atveju abu DT_(1;2) veikia emiterinių kartotuvų (EK) schemose, o gnybte $U_{iš3}$ (25) įtampos diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{u3(1)}$ yra:

$$K_{u3(1)} = U_{o\text{ iš }3}/U_{o\text{ in }1} \cong (S_2 \cdot R_{a3})/[1 + R_{a2}/R_{a3}], \quad (9)$$

ir iš čia gauname: $K_{u3(1)} \cong 3,32 \cdot 10^3$, kai yra pasirinktos tos pačios tipinės vertės.

Schemas (Fig. 6) gnybte $U_{i\text{ š }1}$ (16) srovės $i_{\text{in }1}(t)$ diferencialinis stiprinimo koeficientas

$K_{i1(1)} = I_{oK1}/I_{o\text{ in }1} = \beta_1 \cong \beta_{o1} = 100$, čia: $I_{oK1} - DT_1$ srovės $i_{K1}(t)$ amplitudė, ir iš čia gnybte

$U_{i\text{ š }1}$ (16) galios $P_{i\text{ š }1}$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{p1(1)} = K_{u1(1)} \cdot K_{i1(1)} \cong 33$, o gnybte $U_{i\text{ š }2}$ (17) srovės $i_{\text{in }1}(t)$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{i2(1)} = I_{oE2}/I_{o\text{ in }1} = \beta_2 + 1 \cong \beta_{o2} =$

$= 100$, čia: $I_{oE2} - DT_2$ srovės $i_{E2}(t)$ amplitudė, ir iš čia gnybte $U_{i\text{ š }2}$ (17) galios $P_{i\text{ š }2}$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{p2(1)} = K_{u2(1)} \cdot K_{i2(1)} \cong 3,32 \cdot 10^5$, o gnybte $U_{i\text{ š }3}$ (25) srovės $i_{\text{in }1}(t)$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{i3(1)} = I_{oK2}/I_{o\text{ in }1} = \beta_2 \cong \beta_{o2} = 100$, čia:

$I_{oK2} - DT_2$ srovės $i_{K2}(t)$ amplitudė, ir iš čia gnybte $U_{i\text{ š }3}$ (25) galios $P_{i\text{ š }3}$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{p3(1)} = K_{u3(1)} \cdot K_{i3(1)} \cong 3,32 \cdot 10^5$, o gnybtuose $U_{i\text{ š }1-3}$ (16; 17; 25) atitinkamų signalų $u_{i\text{ š }1-3}(t)$ atitinkamos fazės $\varphi_{i\text{ š }o(1-3)}$ atžvilgiu signalo $u_{\text{in }1}(t)$ fazės

$\varphi_{\text{in }o1}$ gnybte $U_{\text{in }1}$ (14) yra: $|\varphi_{i\text{ š }o(1;3)} - \varphi_{\text{in }o1}| = 180^\circ$ (arba π rad), $|\varphi_{i\text{ š }o2} - \varphi_{\text{in }o1}| = 0^\circ$, ir atitinkami dažniai $\omega_{i\text{ š }1-3} = \omega_{\text{in }1}$.

Kai poveikio signalą $u_{\text{in }2}(t)$ paduoda tik į gnybtą $U_{\text{in }2}$ (15), tai šiuo atveju DT_1 veikia BB schemoje, o $DT_2 - BE$ schemoje, ir gnybte $U_{i\text{ š }1}$ (16) įtampos diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{u1(2)}$ yra:

$$K_{u1(2)} = U_{o\text{ iš }1}/U_{o\text{ in }2} \cong (S_1 \cdot R_{a1}), \quad (10)$$

ir iš čia gauname: $K_{u1(2)} \cong 3,65$, kai yra pasirinktos tos pačios tipinės vertės, o gnybte $U_{i\text{ š }2}$ (17) įtampos diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{u2(2)}$ yra:

$$K_{u2(2)} = U_{o\text{ iš }2}/U_{o\text{ in }2} \cong 1, \quad (11)$$

nes šiuo atveju abu DT_2 veikia EK schemoje, o gnybte $U_{i\text{ š }3}$ (25) įtampos diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{u3(2)}$ yra:

$$K_{u3(2)} = U_{o\text{ iš }3}/U_{o\text{ in }2} \cong (S_2 \cdot R_{a3})/[1 + R_{a2}/R_{a3}], \quad (12)$$

ir iš čia gauname: $K_{u3(2)} \cong 3,32 \cdot 10^3$, kai yra pasirinktos tos pačios tipinės vertės.

Schemas (Fig. 6) gnybte $U_{i\text{ iš }1}$ (16) srovės $i_{\text{in }2}(t)$ diferencialinis stiprinimo koeficientas

$K_{i1(1)} = I_{oK1}/I_{o\text{ in }2} \cong 1$, čia: $I_{o\text{ in }2}$ – srovės $i_{\text{in }2}(t)$ amplitudė, ir iš čia gnybte $U_{i\text{ iš }1}$ (16) galios $P_{i\text{ iš }1}$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{p1(2)} = K_{u1(2)} \cdot K_{i1(2)} \cong 3,65$, o gnybte $U_{i\text{ iš }2}$ (17) srovės

$i_{\text{in }2}(t)$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{i2(2)} = I_{oE2}/I_{o\text{ in }2} = \beta_2 + 1 \cong \beta_{o2} = 100$, ir iš čia gnybte $U_{i\text{ iš }2}$ (17) galios $P_{i\text{ iš }2}$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{p2(2)} \cong 100$, o gnybte $U_{i\text{ iš }3}$ (25) srovės $i_{\text{in }2}(t)$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{i3(2)} = I_{oK2}/I_{o\text{ in }2} = \beta_2 \cong \beta_{o2} = 100$, ir iš čia gnybte $U_{i\text{ iš }3}$ (25) galios $P_{i\text{ iš }3}$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{p3(2)} = K_{u3(2)} \cdot K_{i3(2)} \cong$

$\cong 3,32 \cdot 10^5$, o gnybtuose $U_{i\text{ iš } (1-3)}$ (16; 17; 25) atitinkamų signalų $u_{i\text{ iš } (1-3)}(t)$ atitinkamos fazės

$\varphi_{i\text{ iš } o(1-3)}$ atžvilgiu signalo $u_{\text{in }2}(t)$ fazės $\varphi_{\text{in } o2}$ gnybte $U_{\text{in }2}$ (15) yra: $|\varphi_{i\text{ iš } o(3)} - \varphi_{\text{in } o2}| = 180^\circ$ (arba π rad), $|\varphi_{i\text{ iš } o(1;2)} - \varphi_{\text{in } o2}| = 0^\circ$, o atitinkami dažniai $\omega_{i\text{ iš } (1-3)} = \omega_{\text{in }2}$.

Kai schemeje (Fig. 6) poveikių signalus $u_{\text{in } (1;2)}(t)$ paduoda kartu į abu atitinkamus gnybtus $U_{\text{in } (1;2)}$ (14; 15), tai šiuo atveju schema (Fig. 6) veikia kaip signalų $u_{\text{in } (1;2)}(t)$ maišiklis, ir tai praplečia įtaiso funkcines galimybes – turime daugiafunkcinį įtaisą su dviem nepriklausomais įėjimais $U_{\text{in } (1;2)}$ (14; 15) ir dviem funkciškai surištais išėjimais $U_{i\text{ iš } (1;2)}$ (16; 17). Kai schemeje (Fig. 6) į gnybtus $U_{\text{in } (1;2)}$ (14; 15) paduoda atitinkamus harmoninius signalus $u_{\text{in } (1;2)}(t) = U_{o\text{ in } (1;2)} \cdot \sin(\omega_{\text{in } (1;2)} \cdot t)$ su mažo signalo poveikius tenkinančiomis atitinkamomis amplitudėmis $U_{o\text{ in } (1;2)} \ll (0,5-0,6)$ V, gnybtuose $U_{i\text{ iš } (1-3)}$ (16; 17; 25) yra formuojami neharmoniniai sudėtinio spektro atitinkami sustiprinti signalai $u_{i\text{ iš } (1-3)}(t)$ su atitinkamų harmonikų atitinkamais kombinaciniais dažniais $\omega_{i\text{ iš } (1-3)k}$:

$$\omega_{i\text{ iš } (1-3)k} = |\pm n \cdot \omega_{\text{in }1} \pm m \cdot \omega_{\text{in }2}|, \quad (13)$$

čia: $n, m = 1; 2; 3; \dots$.

Vieno įėjimo $U_{\text{in }1}$ ir dviejų išėjimų $U_{i\text{ iš } (1;2)}$ impulsų formotuvą (Fig. 7) su

DFPI

(Fig. 1, b), kurio bendrasis kontaktas-išvadas yra K_1 -B_{2.2}, veikia tokiu būdu.

Ijungia maitinimo šaltinio 12 įtampą $\mathcal{E}_0$ ir atitinkamų DT_(1; 2) atitinkamus veikos taškus „a1“ – $\{I_{s\ K\ 1}, \mathcal{E}_0\}$ ir „a2“ – $\{I_{s\ K\ 2}, 0\}$ atitinkamose išėjimų VACH nustato atitinkamų apkrovų

$(R_1 + R_{2-4} + R_{in\ 2}^*(e))$ ir $(R_{a\ 1} + R_{a\ 2} || (R_2 + R_3))$ tiesių atitinkamuose atkirtų taškuose „a_(1; 2)“, sudarydami DT_(1; 2) B-klasės veikas, kai, nesant poveikio $u_{in\ 1}(t) = 0$, DT_(1; 2) yra „normaliai uždarytose būsenose“ – jų atitinkamų kontaktų $K_{(1; 2)}$ -E_(1; 2) atitinkamos varžos $R_{K_{(1; 2)}E_{(1; 2)}}(t) =$

$= R_{K_{(1; 2)}E_{(1; 2)}} \max = (0, 1-1) \text{ M}\Omega$, ir daugiau, ir todėl DT_(1; 2) atitinkamų kolektorių $K_{(1; 2)}$ atitinkamos srovės $i_{K_{(1; 2)}}(t) = I_{s\ K_{(1; 2)}}$ – atitinkamos atgalinės soties srovės. Todėl pradinių laiko t momentu $t_0 = 0$ gnybtuose $U_{iš\ (1; 2)}$ (16; 17) atitinkamos įtampos $u_{iš\ (1; 2)}(t) = 0$. Schemoje (Fig. 7) DT₁ veikia BB, o DT₂ – BE schemose. Laiko momentu $t_0 = 0$ į gnybtą $U_{in\ 1}$ (14) paduoda harmoninį signalą $u_{in\ 1}(t) = U_{o\ in\ 1} \cdot \sin(\omega_{in\ 1} \cdot t)$ (Fig. 18, a) ir neigiamo pusperiodžio $u_{in\ 1}(t) < 0$ metu DT₁ yra „atidaromas“ – jo srovė $i_{K\ 1}(t) \equiv i_{B\ 2}(t)$ – DT₂ bazės srovė didėja, ir todėl didėja srovė $i_{K\ 2}(t) = \beta_2 \cdot i_{B\ 2}(t)$, o tai lemia įtampos $u_{R\ 2}(t) \equiv u_{R\ a\ 2}(t) \cdot R_2 / (R_2 + R_2)$ didėjimą rezistoriuje R_2 (2), čia: $u_{R\ a\ 2}(t) \equiv \beta_2 \cdot i_{B\ 2}(t) \cdot R_{a\ 2}$ – įtampa rezistoriuje $R_{a\ 2}$ (6), ir tai lemia DT₁ spartesnį „atidarymą“, ir t. t. – veikia teigiamasis grįžtamasis ryšis ir schema (Fig. 7) iš „uždarytos būsenos“ labai sparčiai persijungia į „atidarytą būseną“, kurioje DT_(1; 2) yra „visiškai atidarytose būsenose“ – jų atitinkamos varžos $R_{K_{(1; 2)}E_{(1; 2)}}(t) \Rightarrow R_{K_{(1; 2)}E_{(1; 2)}} \min = (1-10) \Omega$, ir mažiau. Šio proceso metu laiko momentais $t_0, T_1, 2 \cdot T_1$, ir t. t., čia: $T_1 = 2 \cdot \pi / \omega_{in\ 1}$, schemas (Fig. 7) gnybtuose $U_{iš\ (1; 2)}$ (16; 17) yra formuojami atitinkamų impulsinių signalų $u_{iš\ (1; 2)}(t) > 0$ (Fig. 18, b, c) atitinkami frontai $t_{f\ 1; r\ 2} = (1-3) \text{ ns}$, ir mažiau, su atitinkamomis amplitudėmis $U_{o\ iš\ (1; 2)}$:

$$U_{o\ iš\ 1} \equiv |\mathcal{E}_0 - U_{iš\ 1}| \cong \mathcal{E}_0 \cdot [1 - (R_{a\ 2} + R_{K\ 2E\ 2}(t)) / (R_{a\ 1} + R_{K\ 2E\ 2}(t) + R_{a\ 2})], \quad (14)$$

$$U_{o\ iš\ 2} \cong R_{a\ 2} \cdot \mathcal{E}_0 / (R_{a\ 1} + R_{K\ 2E\ 2}(t) + R_{a\ 2}), \quad (15)$$

čia išraiškos yra parašytos, kai: $R_2 + R_3 \geq R_{a\ 2}$.

Laiko momentu $t_1 \cong T_1 / 4$, DT₁ yra „uždaromas“ ir srovės $i_{K\ 1}(t) \equiv i_{B\ 2}(t)$ mažėja, kartu mažėja ir srovė $i_{K\ 2}(t) = \beta_2 \cdot i_{B\ 2}(t)$, o tai lemia įtampos $u_{R\ 2}(t)$ mažėjimą, ir

kartu – $DT_{(1;2)}$ spartesnius „uždarymus“, ir t. t. – veikia teigiamasis grįžtamasis ryšis ir schema (Fig. 7) iš „atidarytos būsenos“ labai sparčiai persijungia į „uždarytą būseną“. Šio proceso metu laiko momentais $t_1, t_2 = 2 \cdot t_1$, ir t. t., schemos (Fig. 7) gnybtuose $U_{iš(1;2)}$ (16; 17) yra formuojami atitinkamų impulsinių signalų $u_{iš(1;2)}(t) > 0$ (Fig. 18, b, c) atitinkami frontai $t_{(r1; f2)} = (1-3)$ ns, ir mažiau. Schemos (Fig. 7) gnybtuose $U_{iš(1;2)}$ (16; 17) formuojamų impulsinių signalų $u_{iš(1;2)}(t)$ amplitudžių $U_{o iš(1;2)}$ ((6), (7)) didžiausios vertės $U_{o iš(1;2) \max}$ yra:

$$U_{o iš1 \max} \cong \mathcal{E}_0 \cdot [1 - (R_{a2} + R_{K2E2 \min}) / (R_{a1} + R_{K2E2 \min} + R_{a2})], \quad (16)$$

$$U_{o iš2 \max} \cong R_{a2} \cdot \mathcal{E}_0 / (R_{a1} + R_{K2E2 \min} + R_{a2}). \quad (17)$$

Schemos (Fig. 7) gnybtuose $U_{iš(1;2)}$ (16; 17) formuojamų impulsinių signalų $u_{iš(1;2)}(t)$ dažniai $\omega_{iš(1;2)} = \omega_{in1}$, atitinkamos fazės $\varphi_{iš(1;2)o}$ atžvilgiu signalo $u_{in1}(t)$ fazės φ_{in1o} yra:

$\varphi_{iš1o} = \varphi_{in1o}$ ir $|\varphi_{iš2o} - \varphi_{in1o}| = 180^\circ \equiv \pi \text{ rad}$, o rečiau $\chi_1 = T_1 / \Delta t_{i1} = 4/3$ (arba 4) ir $\chi_2 =$

$= T_1 / \Delta t_{i2} = 4$ (arba 4/3). Schemos (Fig. 7) gnybtuose $U_{iš(1;2)}$ (16; 17) suformuoti atitinkami impulsiniai signalai $u_{iš(1;2)}(t)$ neturi pastoviųjų sandų dėl įjungtų skiriamųjų kondensatorių $C_{(2;3)}$ (8; 9). Rezistoriumi R_3 (3) – potenciomtru bei signalo $u_{in1}(t)$ amplitudės U_{oin1} verte keičia rečių $\chi_{(1;2)}$ vertes, sudarydami $DT_{(1;2)}$ „atidarytų būsenų“ soties veikas, kai atitinkami soties koeficientai $K_{s(1;2)} > 1$ ir tai lemia $DT_{(1;2)}$ laiko momento t_1 didėjančią vertę išjungimo delsos laiku $t_s = t_{s1} + t_{s2} \sim K_{s(1;2)} > 1$, čia: $t_{s(1;2)}$ – atitinkamas delsos laikas dėl atitinkamo įsotinto $DT_{(1;2)}$, ir taip padidina schemos (Fig. 7) funkcinės savybes. Fig. 18, b, c, impulsinių signalų

$u_{iš(1;2)}(t)$ diagramos yra parodytos ištisinėmis kreivėmis, kai $K_{s(1;2)} \leq 1$, ir todėl $t_s = 0$, o kai

$K_{s(1;2)} > 1$, ir todėl $t_s > 0$ – yra parodytos taškinėmis kreivėmis. Kitame schemos (Fig. 7) variante vietoje R_3 (3) įjungia C_4 (10) ir šiuo atveju gnybtuose $U_{iš(1;2)}$ (16; 17) suformuoja santykinai trumpus atitinkamus impulsinius signalus $u_{iš(1;2)}(t)$ su vidutine trukme $\Delta t_i \sim R_2 \cdot C_4$, ir tai Fig. 18, b, c, yra parodyta brūkšninėmis kreivėmis.

Vieno įėjimo $U_{in(1;2)}$ ir trijų išėjimų $U_{iš(1-3)}$ impulsų formuotuvą (Fig. 8) su

DFP]

(Fig. 1, c), kurio bendrasis kontaktas-išvadas yra K_1 -B_{2.2}, veikia tokiu būdu.

Ijungia maitinimo šaltinio 12 įtampą $\mathcal{E}_0$ ir PT bei DT, kai tarp PT ir DT atitinkamų kontaktų-išvadų B₂ (2.2) ir K₂ (5.1) yra įjungtas R_2 (2), atitinkamus veikos taškus „a_{PT}“ –

– $\{I_{s\ K\ 1}, \mathcal{E}_0\}$ ir „a_{DT}“ – $\{I_{s\ K\ 2}, 0\}$ atitinkamose išėjimų VACH nustato atitinkamų apkrovų

$(R_{a\ 1} + R_{2-4} + R_{in\ 2}^*(e))$ ir $(R_{a\ 2} + R_{a\ 3} || (R_1 + R_2 + R_{BB}))$ tiesių atitinkamuose atkirtų taškuose

„a_(PT, DT)“, sudarydami PT ir DT B-klasės veikas, kai DT yra tenkinama sąlyga:

$\mathcal{E}_0 \cdot R_4 / (R_3 + R_4) \leq (0,1-0,3) V$. Todėl pradinių laiko t momentu $t_0 = 0$ gnybtuose $U_{iš\ (1-3)}$ (16; 17; 25) atitinkamos įtampos $u_{iš\ (1-3)}(t) = 0$. Schemoje (Fig. 8) PT veikia „rakto veikoje“, o DT – BE schemoje. Laiko momentu $t_0 = 0$ į gnybtą $U_{in\ 1}$ (14) paduoda harmoninį signalą $u_{in\ 1}(t) = U_{o\ in\ 1} \cdot \sin(\omega_{in\ 1} \cdot t)$

(Fig. 19, a) ir neigiamo pusperiodžio $u_{in\ 1}(t) < 0$ metu DT yra „atidaromas“ – kolektoriaus K₂ (5.1) srovės $i_{K\ 2}(t)$ didėja, ir kartu tai lemia PT bazės B₁ srovės $i_{BB}(t)$ tarp kontaktų-išvadų B_(1; 2) (2.1; 2.2) didėjimą, ir laiko momentu $t_1 < T_1/4$, kai $u_{in\ 1}(t_1) = U_{in\ 1\ s}$, esant sąlygai: $i_{BB}(t) \geq I_{BB\ s}$ – PT bazės B₁ slenkstinė srovė, kai įvyksta p–n sandūrų 1-2 ir 2-3 nuskurdintų sričių sąlytis PT bazėje 2 – bazės „pramušimo efektas“ (Fig. 1, a), ir todėl PT iš „uždarytos būsenos“ santykinai sparčiai – per 1 ns ir mažiau, persijungia į „atidarytą būseną“, o tai lemia DT bazės B_{2.2} (3.1) srovės $i_{B\ 2.2}(t)$, kartu ir $i_{K\ 2}(t) \cong \beta i_{B\ 2.2}(t)$, santykinai spartų padidėjimą, ir t. t. – DFP] iš „uždarytos būsenos“ santykinai sparčiai – per 1 ns ir mažiau, persijungia į „atidarytą būseną“, ir šio proceso metu gnybtuose $U_{iš\ (1-3)}$ (16; 17; 25) yra formuojami atitinkamų impulsinių signalų

$u_{iš\ (1-3)}(t) > 0$ (Fig. 19, b–d) atitinkami frontai $t_{r\ 1} = (1-3) ns$, ir mažiau, o $t_{(f\ 2; r\ 3)}$ =

$(T_1/6 - T_1/4)$ ir mažiau, čia: $T_1 = 2 \cdot \pi / \omega_{in\ 1}$, su atitinkamomis amplitudėmis U_0

iš (1-3):

$$U_{o\text{ iš }1} = I_{o\text{ B }2.2} \cdot R_{a1} \cong I_{o\text{ K }2} \cdot R_{a1} / \beta_0 \cong \mathcal{E}_0 \cdot R_{a1} / [\beta_0 \cdot (R_{a2} + R_{a3})], \quad (18)$$

$$U_{o\text{ iš }2} \cong R_{a3} \cdot \mathcal{E}_0 / (R_{a2} + R_{a3}) + U_{E2K2s}, \quad (19)$$

$$U_{o\text{ iš }3} \cong R_{a3} \cdot \mathcal{E}_0 / (R_{a2} + R_{a3}) - U_{E2K2s}, \quad (20)$$

čia: $I_{o\text{ B }2.2}$ ir $I_{o\text{ K }2}$ – atitinkamai srovių $i_{B2.2}(t)$ ir $i_{K2}(t)$ amplitudės; U_{E2K2s} – „visiškai atidaryto“ DT kontaktų-išvadų E2-K2 (4.1; 5.1) soties įtampa.

Laiko momentu $t_2 < T_1/2$ srovė $i_{BB}(t) \leq I_{BBs}$ ir tai lemia PT bazėje B₁ (2) p–n sandūrų 1-2 ir 2-3 nuskurdintų sričių sąlyčio „išnikimą“, ir todėl PT iš „atidarytos būsenos“ santykinai sparčiai – per 1 ns ir mažiau, persijungia į „uždarytą būseną“, o tai lemia DT bazės B_{2.2} (3.1) srovės $i_{B2.2}(t)$, kartu ir $i_{K2}(t) \cong \beta i_{B2.2}(t)$, santykinai spartų sumažėjimą, ir t. t. – DFPĮ iš „uždarytos būsenos“ santykinai sparčiai – per 1 ns ir mažiau, persijungia į „atidarytą būseną“, ir šio proceso metu gnybtuose U_{iš (1–3)} (16; 17; 25) yra formuojami atitinkamų impulsinių signalų

$u_{i\text{š } (1-3)}(t) > 0$ (Fig. 19, b–d) atitinkami frontai $t_{f1} = (1-3)$ ns, ir mažiau, o $t_{(r2; f3)} = (T_1/6 - T_1/4)$ ir mažiau, su atitinkamomis amplitudėmis $U_{o\text{ iš } (1-3)}$ ((18)–(20)) (Fig. 19, b–d). Schemos (Fig. 8) gnybtuose U_{iš (1–3)} (16; 17; 25) formuojamų impulsinių signalų $u_{i\text{š } (1-3)}(t)$ dažniai $\omega_{i\text{š } (1-3)} = \omega_{in1}$, atitinkamos fazės $\varphi_{i\text{š } (1-3)}$ o atžvilgiu signalo $u_{in1}(t)$ fazės φ_{in1} o yra: $|\varphi_{i\text{š } (1; 3)} - \varphi_{in1}| = 180^\circ \equiv$

$\equiv \pi$ rad ir $\varphi_{i\text{š } 2} = \varphi_{in1}$, o rečiau $\chi_{(1-3)} \cong 2$. Schemos (Fig. 8) gnybtuose U_{iš (1–3)} (16; 17; 25) suformuoti atitinkami impulsiniai signalai $u_{i\text{š } (1-3)}(t)$ neturi pastoviųjų sandų dėl įjungtų skiriamųjų kondensatorių C_(1; 3; 4) (7; 9; 10). Rezistoriumi R₄ (4) – potenciomtru bei signalo

$u_{in1}(t)$ amplitudės U_{oin1} verte keičia rečių $\chi_{(1-3)}$ vertes, sudarydami DT „atidarytos būsenos“ soties veiką, kai soties koeficientas $K_{s\text{ DT}} > 1$ ir tai lemia DT „išjungimo“ momento didėjančią vertę išjungimo delsos laiku $t_s \sim K_{s\text{ DT}} > 1$, ir taip padidina schemos (Fig. 8) funkcines savybes. Fig. 19, b–d, impulsinių signalų $u_{i\text{š } (1-3)}(t)$ diagramos yra parodytos ištisinėmis kreivėmis, kai

$K_{s\text{ DT}} \leq 1$, ir todėl $t_s = 0$, o kai $K_{s\text{ DT}} > 1$, ir todėl $t_s > 0$ – yra parodytos taškinėmis kreivėmis. Kitame schemos (Fig. 8) variante vietoje R₂ (2) įjungia C₅ (11) ir šiuo atveju gnybte U_{iš 1} (16) suformuoja santykinai trumpus impulsinius signalus $u_{i\text{š } 1}(t)$ su vidutine trukme $\Delta t_i \sim$

$\sim (R_1 + R_{BB}) \cdot C_5$, ir tai Fig. 19, b, yra parodyta brūkšninėmis kreivėmis, kai gnybtuose $U_{is(2;3)}(17; 25)$ formuojamu signalų $u_{is(2;3)}(t)$ impulsų trukmės išlieka santykinai nepakitusios (Fig. 19, c, d).

Dviejų įėjimų $U_{in(1;2)}$ ir dviejų išėjimų $U_{is(1;2)}$ impulsų formotuvas (Fig. 9) su DFPĮ (Fig. 1, d), kurio bendrasis kontaktas-išvadas yra K_1-B_2 , veikia tokiu būdu.

Įjungia maitinimo šaltinio 12 įtampą $\mathcal{E}_0$ ir atitinkamų DT, bei PT, atitinkamus veikos taškus „a_{DT}“ – $\{I_{sK1}, 0\}$ ir „a_{PT}“ – $\{I_{sK2}, \mathcal{E}_0\}$ atitinkamose išėjimų VACH nustato atitinkamų apkrovų $(R_1 + R_{2-4} + R_{BBPT} + R_2)$, čia: R_{BBPT} – PT kontaktų B_1-B_2 varža, ir $(R_{a1} + R_{a2})$ tiesių atkirtų taškuose „a_(DT, PT)“, sudarydami DT B-klasės veiką schemoje BB, kai poveikio signalas

$u_{in1}(t)$ yra gnybte $U_{in1}(14)$, arba schemoje BE, kai poveikio signalas $u_{in2}(t)$ yra gnybte $U_{in2}(15)$, o PT – „bazės pramušimo“ veiką, kai, nesant poveikių $u_{in(1;2)}(t) = 0$, DT ir PT yra „normaliai uždarytose būsenose“, ir todėl DT ir PT atitinkamų kolektorių $K_{(1;2)}$ atitinkamos srovės $i_{K(1;2)}(t) = I_{sK(1;2)}$ – atitinkamos atgalinės sotes srovės. Todėl pradinių laiko t momentu

$t_0 = 0$ gnybtuose $U_{is(1;2)}(16; 17)$ atitinkamos įtampos $u_{is(1;2)}(t) = 0$. Laiko momentu $t_0 = 0$ į gnybtą $U_{in1}(14)$ paduoda harmoninį signalą $u_{in1}(t) = U_{oin1} \cdot \sin(\omega_{in1} \cdot t)$ (Fig. 20, a), kai DT kontaktai-išvadai $B_{(1.1; 1.2)}(2.1; 2.2)$ yra sujungti su „žeme“ 13. Neigiamo pusperiodžio $u_{in1}(t) <$

< 0 metu DT yra „atidaromas“ – jo srovė $i_{K1}(t) \equiv i_{BBPT}(t)$ – PT bazės B_2 kontaktų B_1-B_2 srovė didėja, ir laiko momentu t_1 pasiekia slenkstinę vertę I_{BBPTs} , kai įvyksta PT p–n sandūrų nuskurdintų sričių bazėje B_2 sąlytis – bazės „pramušimo efektas“, ir laiko momentu t_1 įtampa

$u_{in1}(t_1) = U_{sin1}$ (Fig. 20, a). Todėl šią sąlygą tenkinančiais laiko momentais $t_{(1; 4; \dots)}$ per „atidarytą“ PT – grandinę: $(-\mathcal{E}_0) - R_{a1-K2-E2} - R_{a2} - (+\mathcal{E}_0)$ teka didėjanti srovė $i_{K2E2}(t) \cong \mathcal{E}_0 / (R_{a1} +$

$+ R_{K2E2}(t) + R_{a2})$, čia: $R_{K2E2}(t)$ – PT kontaktų K_2-E_2 varža, ir laiko momentais $t_{(1; 4; \dots)}$ „atidaryto“ PT varža $R_{K2E2}(t_{(1; 4; \dots)}) \Rightarrow R_{K2E2min} = (0, 1-1) \Omega$, ir mažiau, santykinai sparčiai mažėja ir tai lemia srovės $i_{K2E2}(t)$ spartų padidėjimą, o schemos (Fig. 9) gnybtuose $U_{is(1;2)}(16; 17)$ yra formuojami atitinkami impulsiniai signalai $u_{is(1;2)}(t) < 0$ su atitinkamais frontais $t_{(r1; f2)} = (1-3) \text{ ns}$, ir mažiau (Fig. 20, b, c). Laiko

momentu $t_2 > T_1/4$ įtampa $|u_{in1}(t_2)| \leq |U_{sin1}|$ (Fig. 20, a) ir tai lemia PT „išjungimo procesą“, nes išnyksta „bazės B_2 pramušimo efektas“, ir todėl $R_{K2E2}(t_2) \Rightarrow$

$\Rightarrow R_{K2E2 \max} = (0, 1-1) M\Omega$, ir daugiau, o tai lemia santykinai spartų srovės $i_{K2E2}(t)$ mažėjimą

($i_{K2E2}(t) \Rightarrow I_{sK2}$), ir kartu šią sąlygą tenkinančiais laikų momentais $t_{(2; 5; \dots)}$ schemos (Fig. 9) gnybtuose $U_{iš(1; 2)}$ (16; 17) yra formuojami atitinkami impulsiniai signalai $u_{iš(1; 2)}(t) < 0$ su atitinkamais frontais $t_{(f1; r2)} = (1-3) \text{ ns}$, ir mažiau (Fig. 20, b, c). Schemos (Fig. 9) gnybtuose

$U_{iš(1; 2)}$ (16; 17) yra formuojami impulsiniai signalai $u_{iš(1; 2)}(t)$ su atitinkamomis amplitudėmis

$U_{o iš(1; 2)}$, dažniais $\omega_{iš(1; 2)} = \omega_{in1}$, fazėmis $\varphi_{iš(1; 2)}$ o atžvilgių signalo $u_{in1}(t)$ fazės φ_{in1} :

$|\varphi_{iš1o} - \varphi_{in1o}| = 180^\circ \equiv \pi \text{ rad}$ ir $\varphi_{iš2o} = \varphi_{in1o}$, ir su atitinkamais rečiais $\chi_1 \cong 4$ (arba $4/3$) ir

$\chi_2 \cong 4/3$ (arba 4), o amplitudžių $U_{o iš(1; 2)}$ didžiausios vertės $U_{o iš(1; 2) \max}$ yra:

$$U_{o iš1 \max} \cong |\mathcal{E}_o - U_{iš1}| \cong \mathcal{E}_o \cdot [1 - (R_{a2} + R_{K2E2 \min}) / (R_{a1} + R_{K2E2 \min} + R_{a2})], \quad (21)$$

$$U_{o iš2 \max} \cong R_{a2} \cdot \mathcal{E}_o / (R_{a1} + R_{K2E2 \min} + R_{a2}). \quad (22)$$

Schemos (Fig. 9) gnybtuose $U_{iš(1; 2)}$ (16; 17) formuojamų signalų rečius $\chi_{(1; 2)}$ keičia, keisdami DT veikos soties koeficiento $K_{sDT} > 1$ vertę su $U_{o in1}$ vertę. Fig. 20, b, c, impulsinių signalų $u_{iš(1; 2)}(t)$ diagramos yra parodytos ištisinėmis kreivėmis, kai $K_{sDT} \leq 1$, nes $t_s = 0$, o kai $K_{sDT} > 1$, ir todėl $t_s > 0$ – yra parodytos taškinėmis kreivėmis, ir taip praplečia įtaiso su DFPĮ funkcines galimybes. Kai laiko momentu $t_o = 0$ į gnybtą U_{in2} (15) paduoda harmoninį signalą

$u_{in2}(t) = U_{o in2} \cdot \sin(\omega_{in2} \cdot t)$ ir DT kontaktai-išvadai $B_{(1.1; 1.2)}$ (2.1; 2.2) nėra sujungti tarpusavyje, tai šiuo atveju DT yra „atidaromas“ teigiamo pusperiodžio $u_{in2}(t) > 0$ metu ir schema (Fig. 9) veikia taip pat. Šiuo atveju DT taip pat gali veikti PT veikoje, kai $U_{o in2} \geq U_{in2s}$ – slenkstinė vertė, kai įvyksta DT p–n sandūrų nuskurdintų sričių bazėje B_1 sąlytis – bazės „pramušimo efektas“, ir tai praplečia DFPĮ funkcines savybes.

Vieno įėjimo $U_{in 1}$ ir trijų išėjimų $U_{in (1-3)}$ impulsų formuotuvą (Fig. 10) su DFPĮ (Fig. 1, c) veikia tokiu būdu.

Ijungia maitinimo šaltinio 12 įtampą $\mathcal{E}_0$ ir PT, bei DT, atitinkamus veikos taškus „aPT“ –

– $\{I_{s K 1}, \mathcal{E}_0\}$ ir „aDT“ – $\{I_{s K 2}, \mathcal{E}_0\}$ atitinkamose išėjimų VACH nustato atitinkamų apkrovų

$(R_1 + R_{2-4} + R_{in BE} + R_{a 1})$ ir $(R_{a 1} + R_{a 2})$ tiesių atkirtų taškuose „a(PT; DT)“, automatiškai sudarydami PT „bazės pramušimo veiką“ ir DT – B-klasės veiką BE ir EK schemose. Todėl, nesant poveikio $u_{in 1}(t) = 0$, PT ir DT yra „normaliai uždarytose būsenose“ – jų atitinkamais kontaktais-išvadais $E_{(1; 2)}$ (1.1; 4.1) ir K_2 (5.1) teka atitinkamos soties srovės $i_{(E (1; 2); K 2)}(t) =$

$= I_{s (E (1; 2); K 2)}$, ir todėl jų atitinkamų kontaktų $K_{(1; 2)}-E_{(1; 2)}$ atitinkamos varžos $R_{(K (1; 2)E (1; 2))}(t) =$

$= R_{(K (1; 2)E (1; 2)) \max} = (0, 1-10) \text{ M}\Omega$, ir daugiau. Todėl pradinių laiko t momentu $t_0 = 0$ gnybtuose $U_{iš (1-3)}$ (16; 17; 25) atitinkamos įtampos $u_{iš (1-3)}(t) = 0$. Schemoje (Fig. 10) DT veikia BE ir EK schemose atitinkamai gnybtams $U_{iš (2; 1)}$ (17; 16), o PT yra DT bazės B_2 kontakto $B_{2.1}$ srovės

$i_{B 2.1}(t)$ „komutatorius“. Laiko t momentu $t_0 = 0$ į gnybtą $U_{in 1}$ (14) paduoda harmoninį signalą

$u_{in 1}(t) = U_{0 in 1} \cdot \sin(\omega_{in 1} \cdot t)$ (Fig. 21, a) ir teigiamo „+“, bei neigiamo „–“ pusperiodžių

$|\pm u_{in 1}(t)| > 0$ metu PT yra „atidaromas“ – jo kontaktų K_1-E_1 varža $R_{K_1E_1}(t) = R_{K_1E_1 \min} = (0, 1-10) \Omega$, ir mažiau. PT yra „atidaromas“, kai $|\pm u_{in 1}(t)| \geq U_{s in}$ – slenkstinė įtampa, kuomet PT kontaktais-išvadais $B_{(1-2)}$ (2.1; 2.2) tekanti bazės B_1 srovė $i_{BB 1}(t) \geq I_{BB s}$ – slenkstinė bazės B_1 srovė, kuomet įvyksta PT p–n sandūrų nuskurdintų sričių bazėje B_1 sąlytis – įvyksta bazės „pramušimo efektas“. Todėl šią sąlygą tenkinančiais laiko momentais $t_{(1; 3; 5; 7; \dots)}$ per „atidarytą“ PT – grandinę: $(+\mathcal{E}_0)-R_{a 1}-E_2-B_{2.1}-K_1-E_1-R_1-(-\mathcal{E}_0)$, teka DT bazės B_2 srovė $i_{B 2.1}(t) > 0$ ir DT „atsidaro“ – jo varža $R_{K_2E_2}(t) \Rightarrow R_{K_2E_2 \min} = (1-10) \Omega$, ir mažiau, santykinai sparčiai mažėja ir tai lemia srovių $i_{(E 2; K 2)}(t)$ spartų padidėjimą, ir todėl schemos (Fig. 10) gnybtuose $U_{iš (1-3)}$ (16; 17; 25) yra formuojami atitinkami impulsiniai signalai $u_{iš (1-3)}(t) > 0$ su

atitinkamais frontais

$t_{(f\ 1; r\ (2; 3))} = (1-3) \text{ ns}$, ir mažiau (Fig. 21, b, c). Laiko momentu $t_2 > T_1/4$ įtampa $U_{in\ 1}(t_2) \leq$

$\leq U_{s\ in}$ (Fig. 21, a) ir tai lemia PT „išjungimo procesą“, nes išnyksta „bazės B₁ pramušimo efektas“, ir todėl $R_{K1E1}(t_2) \Rightarrow R_{K1E1\ max} = (0, 1-1) \text{ M}\Omega$, ir daugiau, o tai lemia santykinai spartų srovės $i_{K1-E1}(t) \equiv i_{B\ 2.1}(t)$ mažėjimą ($i_{K2-E2}(t) \Rightarrow I_{s\ K\ 2}$), ir kartu šią sąlygą tenkinančiais laikų momentais $t_{(2; 4; 6; 8; \dots)}$ schemas (Fig. 10) gnybtuose $U_{iš\ (1-3)}$ (16; 17; 25) yra formuojami atitinkami impulsiniai signalai $u_{iš\ (1; 2)}(t) > 0$ su atitinkamais frontais $t_{(r\ 1; f\ (2; 3))} = (1-3) \text{ ns}$, ir mažiau (Fig. 21, b, c). Schemas (Fig. 10) gnybtuose $U_{iš\ (1-3)}$ (16; 17; 25) yra formuojami impulsiniai signalai $u_{iš\ (1-3)}(t)$ su atitinkamomis amplitudėmis $U_{o\ iš\ (1-3)}$, dažniais $\omega_{iš\ (1-3)} = 2 \cdot \omega_{in\ 1}$, fazėmis: $|\varphi_{iš\ 1\ o} - \varphi_{iš\ (2; 3)\ o}| = 180^\circ \equiv \pi \text{ rad}$, ir atitinkamais rečiais $\chi_1 \cong 2$ (arba $2/3$) ir $\chi_{(2; 3)} \cong 2/3$ (arba 2), o amplitudžių $U_{o\ iš\ (1-3)}$ didžiausios vertės $U_{o\ iš\ (1-3)\ max}$ yra:

$$U_{o\ iš\ 1\ max} \cong \mathcal{E}_o - U_{iš\ 1\ min} \cong \mathcal{E}_o \cdot [1 - (R_{a\ 2} + R_{K2E2\ min}) / (R_{a\ 1} + R_{K2E2\ min} + R_{a\ 2})], \quad (23)$$

$$U_{o\ iš\ 2\ max} \cong \beta_{o\ 2} \cdot R_1 \cdot \mathcal{E}_o / [(R_{a\ 1} + R_{K2E2\ min} + R_{a\ 2})], \quad (24)$$

$$U_{o\ iš\ 3\ max} \cong R_{a\ 2} \cdot \mathcal{E}_o / [(R_{a\ 1} + R_{K2E2\ min} + R_{a\ 2})]. \quad (25)$$

Schemas (Fig. 10) gnybtuose $U_{iš\ (1-3)}$ (16; 17; 25) formuojamų atitinkamų impulsinių signalų $u_{iš\ (1-3)}(t)$ rečius $\chi_{(1-3)}$ keičia DT veikos soties koeficiento $K_{s\ DT} > 1$ verte, keisdami rezistoriaus $R_{a\ 1}$ (5), arba R_1 (1), vertę. Fig. 21, b, c, impulsinių signalų $u_{iš\ (1-3)}(t)$ diagramos yra parodytos ištisinėmis kreivėmis, kai $K_{s\ DT} \leq 1$, ir todėl $t_s = 0$, o kai $K_{s\ DT} > 1$, ir todėl $t_s > 0$ – yra parodytos taškinėmis kreivėmis, ir taip praplečia įtaiso su DFPĮ funkcines galimybes.

Keturių įėjimų $U_{in\ (1-4)}$ ir vieno išėjimo $U_{iš\ 1}$ stiprintuvas- dažnių $\omega_{in\ (1-4)}$ maišiklis (Fig. 11) su DFPĮ (Fig. 1, e) veikia tokiu būdu.

Įjungia maitinimo šaltinio 12 įtampą $\mathcal{E}_o$ ir atitinkamų DT, bei VT, atitinkamus veikos taškus „CDT“ – $\{I_{K\ o}, U_{KB\ o}\}$ ir „CVT“ – $\{I_{D\ o}, U_{GS\ o\ (1; 2)}\}$ atitinkamose išėjimų VACH nustato atitinkamų apkrovų $(R_1 + R_{2-4} + R_{SD\ o} + R_{a\ 1})$ ir $(R_{a\ 1} + R_{KE\ o} + R_1)$ tiesių viduryje, čia: $R_{SD\ o}$ ir

$R_{KE\ o}$ – VT ir DT atitinkamų varžų $R_{SD}(t)$ ir $R_{KE}(t)$ vertės atitinkamuose veikų taškuose

„C_(VT, DT)“, čia: $R_{SD}(t)$ – VT darinio n–srities 3 – kanalo momentinė varža; $R_{KE}(t)$ – DT darinio kontaktų E-K (1.1; 3.1) momentinė varža, ir tuo tikslu parenka įtampos $\mathcal{E}_0$ vertę, bei rezistorinio daliklio $R_2||R_3$ (2; 3) dalinimo vertę $k_{2-3} = R_2/(R_2 + R_3)$, esant pasirinktoms $R_{(1; a 1)}$ (1; 5) vertėms. Schemoje (Fig. 11) DT veikia BB schemoje, o VT – bendros ištakos (BI) schemoje su dviem nepriklausomais užtūrų išvadais $G_{(1; 2)}$ (4.1; 5.1). Kai harmoninį poveikio signalą $u_{in 1}(t) =$

$= U_{o in 1} \cdot \sin(\omega_{in 1} \cdot t)$ paduoda tik į gnybtą $U_{in 1}$ (14), tai šiuo atveju gnybte $U_{iš 1}$ (16) įtampos diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{u 1 (1)}$ yra:

$$K_{u 1 (1)} = U_{o iš 1} / U_{o in 1} \cong S_{DT} \cdot (R_{SD} + R_{a 1}) \cdot S_{VT g (1; 2)} \cdot R_{a 1}, \quad (26)$$

čia: $S_{DT} \cong \alpha_o \cdot I_E / \varphi_T$ – DT statusas; α_o – DT emiterio E pastoviosios srovės I_E perdavimo koeficientas; $S_{VT g (1; 2)} \cong 2 \cdot I_{D (S)} / U_{s (1; 2)}$ – VT užtūrų $G_{(1; 2)}$ (4.1; 5.1) valdymo statumai BU schemoje, čia: $I_{D (S)} \equiv I_K = \alpha_o \cdot I_E$ – VT santakos-ištakos srovė; $U_{s (1; 2)}$ – VT užtūros ($G_{(1; 2)}$)-ištakos (S) slenkstinė įtampa, kai VT yra „uždarytoje“ būsenoje.

Iš (26) gauname: $K_{u 1 (1)} \cong 3,7 \cdot 10^4$, kai yra pasirinktos tipinės vertės: $R_{a 1} = 10 \text{ k}\Omega$, $\alpha_o =$

$= 0,95$, $S_{VT g (1; 2)} = 10^{-3} \text{ A/V}$, $\varphi_T = 0,026 \text{ V}$, $R_{SD} = 100 \Omega$, ir $I_E = 10 \text{ mA}$. Gnybte $U_{iš 1}$ (16) srovės

$i_{in 1}(t)$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{i 1 (1)} = I_{o Ra} / I_{o in 1} = \alpha_o \cong 1$, čia: $I_{o Ra}$ ir $I_{o in 1}$ – atitinkamų srovių $i_{Ra}(t)$ ir $i_{in 1}(t)$ amplitudžių vertės atitinkamai gnybte $U_{in 1}$ (14) ir rezistoriuje $R_{a 1}$ (5), ir iš čia gnybte $U_{iš 1}$ (16) galios $P_{iš 1}$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{p 1 (1)} =$

$$= K_{u 1 (1)} (26), \text{ ir, esant pasirinktos vertėms: } K_{i 1 (1)} \cong 3,7 \cdot 10^4.$$

Kai schemoje (Fig. 11) harmoninį poveikio signalą $u_{in 2}(t) = U_{o in 2} \cdot \sin(\omega_{in 2} \cdot t)$ paduoda tik į gnybtą $U_{in 2}$ (15), tai šiuo atveju gnybte $U_{iš 1}$ (16) įtampos diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{u 1 (2)}$ yra:

$$K_{u 1 (2)} \cong K_{u 1 (1)} / [1 + R_1 / (R_{SD} + R_{a 1})] \quad (27)$$

ir iš čia: $K_{u 1 (2)} \cong 3,37 \cdot 10^4$, kai yra priimti tie patys parametrai ir $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$.

Gnybte $U_{iš 1}$ (16) srovės $i_{in 2}(t)$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{i 1 (2)} = I_{o Ra} / I_{o in 2} =$

$= \beta_o \equiv 100$, čia: $I_{o\text{ in } 2}$ – srovės $i_{\text{in } 2}(t)$ amplitudė gnybte $U_{\text{in } 2}$ (15), ir iš čia, bei (27), gnybte $U_{\text{iš } 1}$ (16) galios $P_{\text{iš } 1}$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{p\text{ in } 2} = K_{u\text{ in } 2} \cdot K_{i\text{ in } 2} \cong 3,37 \cdot 10^6$.

Kai schemoje (Fig. 11) harmoninius poveikių signalus $u_{\text{in } (3; 4)}(t) = U_{o\text{ in } (3; 4)} \cdot \sin(\omega_{\text{in } (3; 4)} \cdot t)$ paduoda atitinkamai tik į gnybtą $U_{\text{in } 3}$ (18), arba – tik į gnybtą $U_{\text{in } 4}$ (24), tai šiais atvejais VT veikia BI schemoje ir VT veikos tašką „CVT“ – $\{I_{D o}, U_{DS o}\}$ išėjimo VACH apkrovos ($R_{a\text{ in } 1} +$

$+ R_{KE o} + R_1$) tiesėje užduoda pastovios srovės $I_{K o} \equiv I_{D o}$ veikioje veikiančiu DT, ir šiais atvejais gnybte $U_{\text{iš } 1}$ (16) atitinkamas įtampos diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{u\text{ in } (3; 4)}$ yra:

$$K_{u\text{ in } (3; 4)} = U_{o\text{ iš } 1} / U_{o\text{ in } (3; 4)} \cong S_{VT\text{ s } (1; 2)} \cdot R_{a\text{ in } 1}, \quad (28)$$

čia: $S_{VT\text{ s } (1; 2)} \equiv S_{VT\text{ g } (1; 2)}$ – VT statusas BI schemoje su atitinkama užtūra $G_{(1; 2)}$ (4.1; 5.1) ir iš čia gauname: $K_{u\text{ in } (3; 4)} \cong 10$, kai yra pasirinktos tipinės vertės: $S_{VT\text{ s } (1; 2)} = 10^{-3} \text{ AV}$ ir $R_{a\text{ in } 1} = 10 \text{ k}\Omega$.

Kai schemoje (Fig. 11) poveikio signalus $u_{\text{in } (1-4)}(t)$ visus kartu paduoda į atitinkamus gnybtus $U_{\text{in } (1-4)}$ (14; 15; 18; 24), gnybte $U_{\text{iš } 1}$ (16) gauna sustiprintą sudėtinį signalą $u_{\text{iš } 1\text{ in } (1-4)}(t)$ su signalų $u_{\text{in } (1-4)}(t)$ atitinkamų dažnių $\omega_{\text{in } (1-4)}$ kombinaciniai dažniai $\omega_{\text{iš } 1\text{ in } (1-4)k}$:

$$\omega_{\text{iš } 1\text{ in } (1-4)k} = |\pm n \cdot \omega_{\text{in } 1} \pm m \cdot \omega_{\text{in } 2} \pm e \cdot \omega_{\text{in } 3} \pm v \cdot \omega_{\text{in } 4}|, \quad (29)$$

čia: $n, m, e, v = 1; 2; 3; \dots$, ir taip praplečia įtaiso su DFPĮ funkcines galimybes.

Penkių įėjimų $U_{\text{in } (1-5)}$ ir vieno išėjimo $U_{\text{iš } 1}$, arba keturių įėjimų $U_{\text{in } (1-4)}$ ir dviejų išėjimų $U_{\text{iš } (1; 2)}$, stiprintuvas-dažnių $\omega_{\text{in } (1-5)}$, arba $\omega_{\text{in } (1-4)}$, maišiklis (Fig. 12) su DFPĮ (Fig. 1, e) veikia tokiu būdu.

Įjungia maitinimo šaltinio 12 įtampą $\mathcal{E}_o$ ir atitinkamų DT ir VT atitinkamus veikos taškus „CDT“ – $\{I_{K o}, U_{KB o}\}$ ir „CVT“ – $\{I_{D o}, U_{GS o\text{ in } (1; 2)}\}$ atitinkamose išėjimų VACH nustato atitinkamų apkrovų ($R_1 + R_{2-4} + R_{SD o} + R_{a\text{ in } 1}$) ir ($R_{a\text{ in } 1} + R_{KE o} + R_1$) tiesių viduryje, ir tuo tikslu parenka įtampos $\mathcal{E}_o$ vertę, bei rezistorinių daliklių $R_2 || R_3$ (2; 3) ir $R_4 || R_5$ (4; 26) atitinkamas dalinimo vertes $k_{2-3} = R_2 / (R_2 + R_3)$ ir $k_{4-5} = R_4 / (R_4 + R_5)$,

esant pasirinktoms $R_{(1; a 1)} (1; 5)$ vertėms, kai $k_{2-3} \cong k_{4-5}$. Schemoje (Fig. 12), priklausomai nuo poveikio gnybto $U_{in (1; 2; 5)} (14; 15; 25)$, DT veikia atitinkamai BB arba BE, arba EK schemose, o VT – BI schemoje su dviem nepriklausomais užtūrų išvadais $G_{(1; 2)} (4.1; 5.1)$. Schemas (Fig. 12) veikia yra analogiška schemas (Fig. 11) veikiai ir skiriasi tik poveikių signalų $u_{in (1-4; 5)}(t)$ didesniu skaičiumi, o tai dar labiau išplečia įtaiso

(Fig. 12) funkcines savybes. Kai schemoje (Fig. 12) poveikio signalą $u_{in 2}(t)$ arba $u_{in 5}(t)$ paduoda atitinkamai tik į gnybtą $U_{in 2} (15)$, arba – tik į gnybtą $U_{in 5} (25)$, tai šiais atvejais DT veikia BE schemoje, o VT – BI schemoje, ir gnybte $U_{iš 1} (16)$ įtampos diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{u 1 (2; 5)} \cong K_{u 1 (2)} (27) \cong 3,37 \cdot 10^4$, ir analogiškai, schemas (Fig. 12) gnybte $U_{iš 1} (16)$ $K_{p 1 (2; 5)} = K_{u 1 (2; 5)} \cdot K_{i 1 (2)} \cong 3,37 \cdot 10^6$. Kai poveikio signalus $u_{in (2; 5)}(t)$ paduoda atitinkamai tik į gnybtą $U_{in 2} (15)$, arba – tik į gnybtą $U_{in 5} (25)$, tai šiais atvejais DT veikia EK schemoje, o VT kartu su atitinkama grandine yra pasyvi apkrova, ir todėl schemas (Fig. 12) gnybte $U_{iš 2} (17)$ diferencialinis įtampos stiprinimo koeficientas $K_{u 2 (2; 5)}$ yra:

$$K_{u 2 (2; 5)} = U_{o iš 2} / U_{o in (2; 5)} \cong 1. \quad (30)$$

o srovės $i_{in (2; 5)}(t)$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{i 2 (2; 5)} = 100$ ir iš čia $K_{p 2 (2; 5)} \cong$
 $\cong 3,37 \cdot 10^6$.

Kai schemoje (Fig. 12) poveikio signalą $u_{in 3}(t)$ arba $u_{in 4}(t)$ paduoda atitinkamai tik į gnybtą $U_{in 3} (18)$, arba – tik į gnybtą $U_{in 4} (24)$, tai šiuo atveju DT veikia pastoviosios srovės

$I_{K o} \cong \text{const} \equiv I_{D o}$ veikoje su kintama apkrovos varža $R_{a K 1} = (R_{2-4} + R_{SD}(t) + R_{a 1})$, ir todėl gnybte $U_{iš 2} (14)$ signalas $u_{iš 2}(t) \cong 0$, o gnybte $U_{iš 1} (16)$ signalas $|u_{iš 2}(t)| > 0$ ir jo įtampos diferencialinis stiprinimo koeficientas yra:

$$K_{u 1 (3; 4)} = U_{o iš 1} / U_{o in (3; 4)} \cong I_{K o} \cdot \Delta R_{o SD} \cong S_{VT s (1; 2)} \cdot S_{DT} R_{a 1}, \quad (31)$$

čia: $\Delta R_{o SD}$ – VT varžos $R_{SD}(t)$ pokyčio $\Delta R_{SD}(t)$ amplitudė, nes $\Delta R_{SD}(t) \sim U_{o in (3; 4)}(t)$ – signalų $u_{in (3; 4)}(t)$ atitinkamos amplitudės ir iš čia, bei (31), gauname $K_{u 1 (3; 4)} \cong 3,8$.

Kai schemoje (Fig. 12) poveikio signalus $u_{in (1-5)}(t)$ kartu paduoda į

atitinkamus gnybtus $U_{in(1-5)}$ (14; 15; 18; 24; 25), tai šiuo atveju schema (Fig. 12) veikia signalų $u_{in(1-5)}(t)$ stiprinimo ir kartu atitinkamų dažnių $\omega_{in(1-5)}$ maišymo veikoje, ir gnybte $U_{iš(1)}(16)$ registruoja atitinkamų sudėtinių signalų $u_{iš(1)}(1-5)$ atitinkamus kombinacinius dažnius $\omega_{iš(1)}(1-5)_k$:

$$\omega_{iš(1;2)(2-5)_k} = |\pm n \cdot \omega_{in1} \pm m \cdot \omega_{in2} \pm e \cdot \omega_{in3} \pm v \cdot \omega_{in4} \pm k \cdot \omega_{in5}|, \quad (32)$$

čia: $n, m, e, v, k = 1; 2; 3; \dots$, ir taip praplečia įtaiso su DFPĮ funkcinės galimybės.

Dviejų įėjimų $U_{in(1;2)}$ ir vieno išėjimo $U_{iš1}$, arba dviejų išėjimų $U_{iš(1;2)}$ ir vieno įėjimo

U_{in1} , stiprintuvas-impulsų formuotuvas, dažnių $\omega_{in(1;2)}$ maišiklis ir generatorius (Fig. 13) su DFPĮ (Fig. 1, e) veikia tokiu būdu.

Ijungia maitinimo šaltinio 12 įtampą $\mathcal{E}_0$ ir DT, bei VT, atitinkamus veikos taškus „aDT“ –

$\{I_{sK}, \mathcal{E}_0\}$ ir „aVT“ – $\{I_{sD} \equiv I_{sK}, \mathcal{E}_0\}$ atitinkamose išėjimų VACH nustato atitinkamų apkrovų

$(R_1 + R_{2-4} + R_{SD0} + R_{a1})$ ir $(R_{a1} + R_{KE0} + R_1)$ tiesių atkirtų taškuose „a(DT; VT)“, sudarydami DT ir VT B-klasės veikas – DT ir VT yra „normaliai uždarytose būsenose“, ir todėl jų atitinkamais kontaktais-išvadais E-(K-D) (1.1; 3.1) teka atitinkamos vienodos soties srovės $i_{(K,D)}(t) = I_{s(K,D)}$. DT „normaliai uždarytą būseną“ nustato iš sąlygos: $U_{BE0} = \mathcal{E}_0 \cdot R_2 / (R_2 + R_3) \leq (0,2-0,4)$, o VT šią būseną nustato sudarydami sąlygą: $U_{G(1;2)\perp 0} \equiv U_{R40} < U_{(K-D)\perp 0} \cong \mathcal{E}_0$, čia: $U_{R40} = \mathcal{E}_0 \cdot R_4 / (R_4 +$

$+ R_5)$ – įtampa rezistoriuje R_4 (4) VT veikos taške „aVT“, kartu ir VT kontaktų-išvadų $G_{(1;2)}$ (4.1; 5.1) įtampa „žemės“ ($\perp$) (13) atžvilgiu; $U_{(K-D)\perp 0}$ – DFPĮ kontakto-išvado K-D (3.1) įtampa „žemės“ ($\perp$) (13) atžvilgiu veikos taške „aVT“. Todėl pradinių laiko t momentu $t_0 = 0$ gnybtuose $U_{iš(1;2)}$ (16; 17) atitinkamos įtampos $u_{iš(1;2)}(t) = 0$. Schemoje (Fig. 13) DT veikia BB arba BE, arba EK, o VT – BU schemose. Laiko t momentu $t_0 = 0$ į gnybtą U_{in1} (14) paduoda harmoninį signalą $u_{in1}(t) = U_{oin1} \cdot \sin(\omega_{in1} \cdot t)$ (Fig. 22, a) ir teigiamo pusperiodžio $u_{in1}(t) > 0$ metu DT yra „atidaromas“ – jo varža $R_{KE}(t) \Rightarrow R_{KEmin}$ – mažėja ir tai lemia srovės $i_{(K,D)}(t)$ didėjimą, kartu ir įtampos $u_{(K-D)\perp}(t) \cong \mathcal{E}_0 - i_{(K,D)}(t) \cdot R_{a1}$ mažėjimą, ir kartu VT „atidarymą“ dėl kontaktų-išvadų

$G_{(1; 2)}$ (4.1; 5.1) ir kontakto S skirtuminės įtampos $u_{G_{(1; 2)}-S}(t) \sim U_{R4 o} - u_{in 1}(t)$ mažėjimo. Šiuo atveju BE ir BU schemose veikia neigiamieji grįžtamieji ryšiai, kuriuos lemia R_1 ir R_{2-4} , ir todėl gnybtuose $U_{iš (2; 1)}$ (17; 16) yra formuojami atitinkami signalai $u_{iš (2; 1) (1)}(t) > 0$ (Fig. 22, c, b) su atitinkamomis amplitudėmis $U_{o iš 2 (1)} \leq U_{o in 1}$, nes DT veikia EK schemoje, ir $U_{o iš 1 (1)} \cong$

$\cong K_{u 1 (1)} U_{o in 1}$, nes DT veikia BE, o VT – BU schemose, čia: $K_{u 1 (1)}$ – įtampos $u_{in 1}(t)$ diferencialinis stiprinimo koeficientas gnybte $U_{iš 1}$ (16), ir yra:

$$K_{u 1 (1)} \cong S_{DT} \cdot (R_{DS} + R_{a 1}) \cdot S_{VT g (1; 2)} \cdot R_{a 1} / [1 + R_1 / (R_{DS} + R_{a 1})], \quad (33)$$

ir iš čia: $K_{u 1 (1)} \cong 1,7 \cdot 10^4$, kai yra pasirinktos parametrų tos pačios tipinės vertės, o srovės $i_{in 1}(t)$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{i 1 (1)}$ gnybte $U_{iš 1}$ (16) yra: $K_{i 1 (1)} = I_{o iš 1 (1)}(t) / I_{o in 1}(t) \cong$

$\cong \beta_o = 100$, ir iš čia galios $P_{iš 1 (1)}$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{p 1 (1)}$ gnybte $U_{iš 1}$ (16) yra: $K_{p 1 (1)} \cong K_{u 1 (1)} \cdot K_{i 1 (1)} \cong 1,7 \cdot 10^6$. Atitinkamai išėjimo gnybte $U_{iš 2}$ (17) įtampos $u_{in 1}(t)$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{u 2 (1)} \cong 1$, ir srovės $i_{in 1}(t)$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{i 2 (1)} \cong \beta_o = 100$, ir iš čia galios $P_{iš 2 (1)}$ diferencialinis stiprinimo koeficientas

$K_{p 2 (1)} \cong 100$. Schemas (Fig. 13) atitinkamuose gnybtuose $U_{iš (1; 2)}$ (16; 17) atitinkamų signalų

$u_{iš (1; 2) (1)}(t)$ fazės $\varphi_{iš (1; 2) o (1)}$ atžvilgiu signalo $u_{in 1}(t)$ fazės $\varphi_{in 1 o}$ yra: $|\varphi_{iš 1 o (1)} - \varphi_{in 1 o}| = 180^\circ \equiv \pi \text{ rad}$ ir $\varphi_{iš 2 o (1)} = \varphi_{in 1 o}$. Gnybtuose $U_{iš (1; 2)}$ (16; 17) formuojamų atitinkamų signalų

$u_{iš (1; 2) (1)}(t)$ (Fig. 22, b, c) atitinkamų amplitudžių $U_{o iš (1; 2) (1)}$ didžiausios atitinkamos vertės

$U_{o iš (1; 2) \max (1)}$ yra:

$$U_{o iš 1 \max (1)} \cong \mathcal{E}_o - U_{iš 1 \min (1)} \cong \mathcal{E}_o \cdot [1 - (R_1 + R_s) / (R_1 + R_s + R_{a 1})], \quad (34)$$

$$U_{o iš 2 \max (1)} \cong \mathcal{E}_o \cdot R_1 / (R_1 + R_s + R_{a 1}), \quad (35)$$

čia: R_s – visiškai „atidaryto“ DFP kontaktų-išvadų E-(K-D) (1.1; 3.1) liekamoji soties varža.

Kai schemoje (Fig. 13) laiko t momentu $t_o = 0$ į gnybtą $U_{in 2}$ (15)

paduoda harmoninį signalą $u_{in\ 2}(t) = U_{o\ in\ 2} \cdot \sin(\omega_{in\ 2} \cdot t)$ (Fig. 22, a), tai šiuo atveju neigiamo pusperiodžio $u_{in\ 2}(t) < 0$ metu DT yra „atidaromas“ – jo varža $R_{KE}(t) \Rightarrow R_{KE\ min}$ – mažėja ir toliau schemos (Fig. 13) veikia atitinka poveikį $u_{in\ 1}(t) > 0$, tačiau nagrinėjamu atveju DT veikia BB, o VT – BU schemose. Todėl schemos (Fig. 13) gnybte $U_{iš\ 1}(16)$ yra formuojamas atitinkamas signalas $u_{iš\ 1(2)}(t) > 0$ (Fig. 22, d) su atitinkama amplitude $U_{o\ iš\ 1(2)} \cong K_{u\ 1(2)} U_{o\ in\ 2}$, čia: $K_{u\ 1(2)}$ – įtampos $u_{in\ 2}(t)$ diferencialinis stiprinimo koeficientas gnybte $U_{iš\ 1}(16)$, ir yra:

$$K_{u\ 1(2)} \cong S_{DT} \cdot (R_{DS} + R_{a\ 1}) \cdot S_{VT\ g\ (1;2)} \cdot R_{a\ 1} \cong K_{u\ 1(1)}, \quad (36)$$

ir iš čia: $K_{u\ 1(2)} \cong 1,7 \cdot 10^4$, kai yra pasirinktos parametrų ankstesnės tipinės vertės, o diferencialinis srovės stiprinimo koeficientas $K_{i\ 1(2)}$ gnybte $U_{iš\ 1}(16)$ yra: $K_{i\ 1(2)} = I_{o\ iš\ 1(2)}(t) /$

$I_{o\ in\ 2}(t) \cong 1$, ir iš čia galios $P_{iš\ 1(2)}$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{p\ 1(2)} \cong K_{u\ 1(2)} \cdot K_{i\ 1(2)} \cong$

$\cong 1,7 \cdot 10^4$. Schemos (Fig. 13) gnybte $U_{iš\ 1}(16)$ signalo $u_{iš\ 1(2)}(t)$ fazė $\varphi_{iš\ 1\ o(2)} = \varphi_{in\ 2\ o}$, o formuojamo signalo $u_{iš\ 1(2)}(t)$ (Fig. 22, d) amplitudės $U_{o\ iš\ 1(2)}$ didžiausia vertė $U_{o\ iš\ 1\ max(2)}$ yra:

$$U_{o\ iš\ 1\ max(2)} \cong \mathcal{E}_o - U_{iš\ 1\ min(2)} \cong \mathcal{E}_o \cdot [1 - (R_1 + R_s) / (R_1 + R_s + R_{a\ 1})], \quad (37)$$

Schemos (Fig. 13) gnybtuose $U_{iš\ (1;2)}(16; 17)$ yra formuojami atitinkami impulsiniai signalai $u_{iš\ (1;2)}(1; 2)(t)$, kurių laikinės diagramos priklauso nuo DT veiką lemiančių sotes koeficientų $K_{s(e, b)} = I_{o(B(1; 2); E)} / I_{s(B(1; 2); E)}$ verčių atitinkamose BE arba BB schemose, čia:

$I_{s(B(1; 2); E)}$ – atitinkamai bazės $B(1; 2)$ arba emiterio E srovės, kai įtampa $U_{K(B(1; 2))} = 0$; $I_{s(B(1; 2); E)} \leq$

$\leq I_{o(B(1; 2); E)}$ – atitinkamai bazės $B(1; 2)$ arba emiterio E srovių $i_{(B(1; 2); E)}(t)$ amplitudinės vertės, kai yra „atidaroma“ emiterinė p–n sandūra ir DT veikia sotes veikoje ($K_{s(e, b)} > 1$), o tai lemia DT „išjungimo“ momento delką t_s ir impulsų $u_{iš\ (1;2)}(1; 2)(t)$ atitinkamų rečių $\chi_{(1; 2)}(1; 2)$ kitimą, nes vertės $I_{o(B(1; 2); E)} \sim U_{o\ in\ (1; 2)}$. Kai $K_{s(e, b)} \leq 1$, impulsų $u_{iš\ (1;2)}(1; 2)(t)$ laikinės diagramos Fig. 22,

b–d, yra parodytos ištisinėmis kreivėmis, o kai $K_{s(e, b)} > 1$, impulsų $u_{iš\ (1;2)}(1; 2)(t)$ laikinės diagramos Fig. 22, b–d, yra parodytos taškinėmis kreivėmis. Keisdami K_s

(e, b) > 1 vertes, keičia impulsų $u_{i\text{š } (1;2)}(t)$ atitinkamų rečių $\chi_{(1;2)}(t)$ vertes, ir taip praplečia įtaiso su DFPĮ funkcines galimybes. Kai schemoje (Fig. 13) poveikių signalus $u_{\text{in } (1;2)}(t)$ kartu paduoda į atitinkamus gnybtus $U_{\text{in } (1;2)}$ (14; 15), tai šiuo atveju schema (Fig. 13) veikia signalų $u_{\text{in } (1;2)}(t)$ stiprinimo ir kartu atitinkamų dažnių $\omega_{\text{in } (1;2)}$ maišymo veikoje, ir gnybte $U_{i\text{š } 1}$ (16) registruoja atitinkamą sudėtinį signalą $u_{i\text{š } 1(1-2)}$ su atitinkamais kombinaciniais dažniais $\omega_{i\text{š } 1(1-2)k}$:

$$\omega_{i\text{š } 1(1-2)k} = |\pm n \cdot \omega_{\text{in } 1} \pm m \cdot \omega_{\text{in } 2}|, \quad (38)$$

čia: $n, m = 1; 2; 3; \dots$, ir taip praplečia įtaiso su DFPĮ funkcines galimybes.

Kitame schemos (Fig. 13) variante tarp DFPĮ kontaktų-išvadų E (1.1) ir K-D (3.1) įjungia nuosekliai sujungtus L_1 (28) ir C_5 (11), o DT ir VT atitinkamus veikos taškus „CDT“ – $\{I_{K0}, \mathcal{E}_0/2\}$ ir „CVT“ – $\{I_{D0} \equiv I_{K0}, \mathcal{E}_0/2\}$ atitinkamose išėjimų VACH nustato atitinkamų apkrovų ($R_1 + R_{2-4} +$

$+ R_{SD0} + R_{a1}$) ir ($R_{a1} + R_{KE0} + R_1$) tiesių vidurio taškuose „C(DT; VT)“, ir tai realizuoja atitinkamomis sąlygomis: $U_{BE0} = \mathcal{E}_0 \cdot R_2 / (R_2 + R_3) = (0,5-0,8)$ ir $U_{R40} \equiv U_{(K-D)\perp 0}$, sudarydami DT ir VT aktyvias veikas „normaliai atidarytose būsenose“. Dėl neišvengiamų fluktuacijų, pavyzdžiui, DT kontakto-išvado $B_{1.2}$ (2.2) momentinė įtampa $u_{B(1.2)}(t) = U_{B(1.2)0} + \Delta U_{B(1.2)}$ – padidėja dydžiu $\Delta U_{B(1.2)} < U_{B(1.2)0}$, ir todėl DT yra papildomai „atidaromas“, o tai lemia srovės

$i_{(K;D)}(t) = I_{(K;D)0} + \Delta I_{(K;D)}$ – padidėjimą ir kartu įtampos $u_{(K-D)\perp}(t) = U_{(K-D)\perp 0} - \Delta U_{(K;D)\perp}$ – sumažėjimą, ir kartu dėl jau žinomų priežasčių VT yra papildomai „atidaromas“, o taip pat įtampos $u_{EB}(t) = U_{EB0} - \Delta U_{(K;D)\perp} - \Delta U_{B(1.2)}$ – neigiamo poliškumo pokytį, ir t. t. – veikia teigiamasis grįžtamasis rišis, ir todėl schema (Fig. 13 su $L_1 C_5$ – rezonansine grandine) susižadina ir gnybtuose $U_{i\text{š } (1;2)}$ (16; 17) generuoja priešingų fazių atitinkamus signalus $u_{i\text{š } (1;2)}(t)$ su atitinkamais dažniais $\omega_{i\text{š } (1;2)} \cong 2 \cdot \pi / (L_1 \cdot C_5)^{0,5}$, ir tai praplečia įtaiso funkcines savybes.

Trijų įėjimų $U_{\text{in } (1-3)}$ ir dviejų išėjimo $U_{i\text{š } (1;2)}$ stiprintuvas-dažnių $\omega_{\text{in } (1-4)}$ maišiklis (Fig. 14) su DFPĮ (Fig. 1, e) veikia tokiu būdu.

Įjungia maitinimo šaltinio 12 įtampą $\mathcal{E}_0$ ir atitinkamų DT, bei VT, atitinkamus veikos taškus „CDT“ – $\{I_{K0}, U_{KB0}\}$ ir „CVT“ – $\{I_{D0}, U_{GS0(1;2)}\}$ atitinkamose išėjimų VACH nustato atitinkamų apkrovų ($R_1 + R_{2-4} + R_{DS0} + R_{a1}$) ir ($R_{a1} + R_{EBb0}$) tiesių viduryje, čia: R_{DS0} ir R_{EBb0} – VT ir DT atitinkamų varžų $R_{DS}(t)$ ir $R_{EBb}(t)$ vertės atitinkamuose

veikų taškuose „c(VT, DT)“, ir šuo tikslu parenka įtampos $\mathcal{E}_0$ vertę, bei rezistorinių daliklių $R_1||R_2$ (1; 2), $R_3||R_{G1}$ (3; 22) ir

$R_4||R_{G2}$ (4; 23) įtampos $\mathcal{E}_0$ dalinimo atitinkamus koeficientus: $k_{1-2} = R_1/(R_1 + R_2)$, $k_{3-G1} =$

$= R_{G1}/(R_3 + R_{G1})$ ir $k_{4-G2} = R_{G2}/(R_4 + R_{G2})$ iš sąlygų:

$$U_{B1.2} - U_{E-S} = \mathcal{E}_0 \cdot k_{1-2} - (\mathcal{E}_0 - I_{K0} \cdot R_{a2}) = (0,4-0,8), \quad (39)$$

$$U_{E-S} - U_{G(1;2)} = \mathcal{E}_0 \cdot (1 - k_{3-(G(1;2))}) - I_{K0} \cdot R_{a2} = (0,1-0,8) \cdot U_{s(1;2)}, \quad (40)$$

čia: $U_{B1.2}$ ir U_{E-S} – DFPĮ atitinkamų kontaktų-išvadų $B_{1.2}$ (2.2) ir $E-S$ (3.1) įtampos „žemės“ (13) atžvilgiu.

Schemoje (Fig. 14) DT veikia BE arba BB schemose, o VT – BI schemoje su dvejomis nepriklausomomis užtūromis $G_{(1;2)}$ (4.1; 5.1). Kai poveikio signalą $u_{in1}(t) = U_{o in1} \cdot \sin(\omega_{in1} \cdot t)$ paduoda tik į gnybtą U_{in1} (14), tai šiuo atveju DT veikia BE schemoje su emiterio E pastovios srovės I_{E0} šaltinių VT, ir įtampos $u_{in1}(t)$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{u1(1)}$ gnybte

$U_{iš1}$ (16) yra:

$$K_{u1(1)} = U_{o iš1}/U_{o in1} \cong R_{a1}/(R_{2-4} + R_{DS0} + R_{a2}), \quad (41)$$

ir iš čia: $K_{u1(1)} \cong 9$, kai $R_{a1} = 10 \text{ k}\Omega$, $R_{a2} = 1 \text{ k}\Omega$ ir $R_{2-4} \ll R_{DS0} = 100 \Omega$, o srovės $i_{in1}(t)$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{i1(1)} = \beta_0 = 100$, ir galios $P_{iš1}$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{p1(1)} \cong 900$.

Schemas (Fig. 14) įtampos $u_{in1}(t)$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{u2(1)}$ gnybte

$U_{iš2}$ (17) yra:

$$K_{u2(1)} = U_{o iš2}/U_{o in1} \cong S_{DT} \cdot R_{a1} / [1 + (R_{DS0} + R_{a2})/R_{a1}], \quad (42)$$

ir iš čia: $K_{u2(1)} \cong 3,4 \cdot 10^3$, esant priimtiems parametrams, o srovės $i_{in1}(t)$ diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{i2(1)} = \beta_0 = 100$, ir galios $P_{iš1}$ diferencialinis stiprinimo koeficientas

$$K_{p2(1)} \cong 3,4 \cdot 10^5.$$

Kai poveikio signalus $u_{in(2;3)}(t) = U_{o in(2;3)} \cdot \sin(\omega_{in(2;3)} \cdot t)$ paduoda atitinkamai tik į atitinkamą gnybtą $U_{in(2;3)}$ (15; 18), tai šiais atvejais DT veikia BB schemoje su

emiterio E pastovios srovės I_E o šaltiniu VT, o VT – BI arba BU schemose, ir todėl atitinkamos įtampos

$u_{in(2;3)}(t)$ atitinkamas diferencialinis stiprinimo koeficientas $K_{u1(2;3)}$ gnybte U_{i1} (16) yra:

$$K_{u1(2;3)} = U_{o i1} / U_{o in(2;3)} \cong 1, \quad (43)$$

nes VT veikia ištakinio kartotuvo (IK) schemoje.

Schemas (Fig. 14) įtampų $u_{in(2;3)}(t)$ atitinkami diferencialiniai stiprinimo koeficientai

$K_{u2(2;3)}$ gnybte U_{i2} (17) yra:

$$K_{u2(2;3)} = U_{o i2} / U_{o in(2;3)} \cong S_{VTs(1;2)} \cdot S_{DT} \cdot R_{a1} \cdot (R_{2-4} + R_{EB o}) / [1 + R_{a2} / (R_{2-4} + R_{EB o})], \quad (44)$$

nes VT veikia BI, o DT – BB schemose, ir iš čia: $K_{u2(2;3)} \cong 127$, esant priimtiems parametrams.

Kai schemoje (Fig. 14) poveikių signalus $u_{in(1-3)}(t)$ kartu paduoda į atitinkamus gnybtus $U_{in(1-3)}$ (14; 15; 18), tai šiuo atveju schema (Fig. 14) veikia signalų $u_{in(1-3)}(t)$ stiprinimo ir kartu atitinkamų dažnių $\omega_{in(1-3)}$ maišymo veikoje, ir gnybtuose $U_{i1(1;2)}$ (16; 17) registruoja atitinkamus sudėtinius signalus $u_{i1(1;2)}$ su atitinkamais kombinaciniais dažniais $\omega_{i1(1;2)(1-3)k}$:

$$\omega_{i1(1;2)(1-3)k} = |\pm n \cdot \omega_{in1} \pm m \cdot \omega_{in2} \pm e \cdot \omega_{in2}|, \quad (45)$$

čia: $n, m, e = 1; 2; 3; \dots$, ir taip praplečia įtaiso su DFPĮ funkcinės galimybės.

Trijų išėjimų $U_{i1(1-3)}$ ir vieno moduliavimo įėjimo U_{inM1} generatoriaus pirmojo varianto schema (Fig. 15, a) su DFPĮ (Fig. 1, b) veikia tokiu būdu.

Įjungia maitinimo šaltinio 12 įtampą $\mathcal{E}_o$ ir DT_(1;2) atitinkamus veikos taškus „C1“ –

– $\{I_{K1o}, U_{KE1o}\}$ ir „C2“ – $\{I_{K2o}, U_{KE2o}\}$ atitinkamose išėjimo VACH nustato atitinkamų apkrovų $(R_{a3} + R_{2-4} + R_{in2}^*)$ ir $(R_{a1} + R_{a2})$ tiesių viduryje, ir tuo tikslu parenka įtampos $\mathcal{E}_o$ vertę, bei atitinkamų rezistorinių daliklių $R_1 || R_2$ (1; 2) ir $R_3 || R_4$ (3; 4) atitinkamas dalinimo vertes $k_{1-2} =$

$$= R_2 / (R_1 + R_2) \text{ ir } k_{3-4} = R_3 / (R_3 + R_4), \text{ esant pasirinktoms } R_{(a(1-3))} \text{ (5; 6; 29)}$$

vertėms. $DT_{(1; 2)}$ veikia BE schemose su neigiamo grįžtamojo ryšio atitinkamais rezistoriais $R_{a(3; 1)}$ (3; 1) ir įjungimo laiko momentu $t_0 = 0$ abiejų $DT_{(1; 2)}$ veikos taškai automatiškai patenka į aktyvios veikos taškus „ $c_{(1; 2)}$ “. Dėl fluktuacijų, pavyzdžiui, DT_1 kontakto-išvado $B_{1.1}$ įtampa $U_{B_{1.1}}(t)$ padidėja dydžiu

$\Delta U_{B_{1.1}} \ll U_{B_{1.1}0} \cong k_{1-2} \cdot \mathcal{E}_0$, čia: $U_{B_{1.1}0}$ – DT_1 kontakto-išvado $B_{1.1}$ įtampa veikos taške „ c_1 “, ir todėl padidėja DT_1 bazės $B_{1.1}$ srovė $i_{B_{1.1}}(t) = I_{B_{1.1}0} + \Delta I_{B_{1.1}}$, čia: $I_{B_{1.1}0}$ – DT_1 bazės $B_{1.1}$ srovė veikos taške „ c_1 “, o tai lemia DT_1 kolektoriaus K_1 srovės $i_{K_1}(t) = I_{K_10} + \beta_1 \cdot \Delta I_{B_{1.1}}$ padidėjimą ir kartu DT_2 bazės $B_{2.(1; 2)}$ srovės $i_{B_{2.(1; 2)}}(t) \equiv i_{K_1}(t)$ padidėjimą, o tai lemia DT_2 kolektoriaus K_2 srovės $i_{K_2}(t) = I_{K_20} + \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \Delta I_{B_{1.1}}$ padidėjimą ir kartu schemos (Fig. 15, a) gnybte $U_{iš 1}$ (16) yra formuojamas teigiamo poliškumo įtampos pokytis $\Delta U_{K_2} \cong \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \Delta I_{B_{1.1}} \cdot (R_{a1} + R_{a2})$. Įtampos pokytis ΔU_{K_2} per teigiamo grįžtamojo ryšio grandinę L_1-C_6 (28; 27) patenka į DT_1 kontaktą-išvadą $B_{1.1}$ ir dar labiau „atidaro“ DT_1 , ir t. t., kol didėdamos srovės $i_{K_{(1; 2)}}(t)$ pasiekia atitinkamas maksimalias vertes $I_{o K_{(1; 2)}} \max$, ir toliau analogišku būdu srovės $i_{K_{(1; 2)}}(t)$ pradeda mažėti iki minimalių verčių $I_{o K_{(1; 2)}} \min$, ir toliau analogišku būdu srovės $i_{K_{(1; 2)}}(t)$ pradeda didėti iki

$I_{o K_{(1; 2)}} \max$, ir t. t. – schemos (Fig. 15, a) gnybte $U_{iš 1}$ (16) yra generuojamas kintamasis signalas

$u_{iš 1}(t)$ su amplitude $U_{o iš 1} = (I_{o K_2 \max} - I_{o K_2 \min}) \cdot R_{a2} \cong I_{o K_2 \max} \cdot R_{a2} / 2$ ir dažniu $f_{iš 1} \cong$

$\cong [2 \cdot \pi \cdot (L_1 \cdot C_6)^{0.5}]^{-1}$, čia: $I_{o K_2 \max} \cong \mathcal{E}_0 / (R_{a1} + R_{K_2 E_2 \min} + R_{a2})$, ir iš čia amplitudės $U_{o iš 1}$ didžiausia vertė $U_{o iš 1 \max}$ yra:

$$U_{o iš 1 \max} \cong \mathcal{E}_0 \cdot R_{a2} / [2 \cdot (R_{a1} + R_{a2})]. \quad (46)$$

Schemos (Fig. 15, a) gnybtuose $U_{iš (2; 3)}$ (17; 29) yra generuojami atitinkami kintamieji signalai $u_{iš (2; 3)}(t)$ su atitinkamomis amplitudėmis:

$$U_{o iš 2} \cong \mathcal{E}_0 \cdot R_{a1} / [2 \cdot (R_{a1} + R_{K_2 E_2 \min} + R_{a2})], \quad (47)$$

$$U_{o iš 3} \cong \mathcal{E}_0 \cdot R_{a3} / [2 \cdot (R_3 + R_{BB2} + R_{K_1 E_1 \min} + R_{a3})], \quad (48)$$

čia: R_{BB2} – DT_2 kontaktų $B_{2.1}$ ir $B_{2.2}$ varža, ir iš čia amplitudžių $U_{o iš (2; 3)}$ didžiausios atitinkamos vertės yra:

$$U_{o iš 2 \max} \cong \mathcal{E}_0 \cdot R_{a1} / [2 \cdot (R_{a1} + R_{a2})], \quad (49)$$

$$U_{o\text{ iš }3\text{ max}} \cong \mathcal{E}_o \cdot R_{a3} / [2 \cdot (R_{a3} + R_3)]. \quad (50)$$

Schemas (Fig. 15, a) gnybtuose $U_{\text{iš } (2; 3)}$ (17; 29) atitinkamų signalų $u_{\text{iš } (2; 3)}(t)$ atitinkami dažniai $f_{\text{iš } (2; 3)} = f_{\text{iš } 1}$, o atitinkamos fazės: $|\varphi_{\text{iš } (1; 3) o} - \varphi_{\text{iš } 2 o}| = 180^\circ \equiv \pi \text{ rad.}$ Į schemas (Fig. 15, a) gnybtą $U_{\text{in } M 1}$ (31) paduoda moduliuojantį signalą $u_{\text{in } M 1}(t)$ su mažo signalo sąlyga tenkinančia amplitude $U_{o\text{ in } M 1} \ll U_{B 1.1 o}$ ir dažniu $f_{\text{in } M 1} < f_{\text{iš } (1-3)}$, ir taip keičia DT_1 statumą $S_1 = I_{K 1 o}(t) / \varphi_T$, o tai lemia generuojamų signalų $u_{\text{iš } (1-3)}(t)$ atitinkamų amplitudžių moduliacijas $U_{o\text{ iš } (1-3)}(f_{\text{in } M 1})$, ir kartu schemas (Fig. 15, a) gnybtuose $U_{\text{iš } (1-3)}$ (16; 17; 29) registruoja atitinkamus sudėtinius signalus $u_{\text{iš } (1-3)}^*(t)$ su atitinkamais kombinaciniais dažniais $f_{\text{iš } (1-3) k}^*$:

$$f_{\text{iš } (1-3) k}^* = |\pm n \cdot f_{\text{iš } (1-3)} \pm m \cdot f_{\text{in } M 1}|, \quad (51)$$

čia: $n, m = 1; 2; 3; \dots$, ir taip praplečia įtaiso su DFPĮ funkcines galimybes.

Schemas (Fig. 15, a) gnybtuose $U_{\text{iš } (1-3)}$ (16; 17; 29), kai gnybte $U_{\text{in } M 1}$ (31) signalas

$u_{\text{in } M 1}(t) = 0$, atitinkamų signalų $u_{\text{iš } (1-3)}(t)$ harmonines funkcijas gauna parinkdami neigiamojo grįžtamojo ryšio grandinės R_5 - C_5 (26; 11) parametrus, pavyzdžiui, su potenciomtru R_5 (26), ir, kai $R_5 \Rightarrow \infty$, gauna impulsinius signalus $u_{\text{iš } (1-3)}(t)$ – artimus meandrams su atitinkamais rečiais $\chi_{(1-3)} \cong 2$, ir taip praplečia įtaiso su DFPĮ funkcines galimybes.

Trijų išėjimų $U_{\text{iš } (1-3)}$ ir vieno moduliavimo įėjimo $U_{\text{in } M 1}$ generatoriaus antrojo varianto schemas (Fig. 15, b) su DFPĮ (Fig. 1, b) veikia yra analogiška pirmojo varianto schemas (Fig. 15, a) veikai, kai schemeje (Fig. 15, b) teigiamo grįžtamojo ryšio grandinė: C_7 - C_8 - $L_o || C_6$, yra sudaryta su lygiagrečiuoju $L_1 || C_6$ (28; 27) rezonansiniu kontūru, o schemeje (Fig. 15, a) – su nuosekliuoju L_1 - C_6 (28; 27) rezonansiniu kontūru. Todėl abiejų schemų (Fig. 15, a, b) elektriniai parametrai ir funkcinės savybės yra identiškos.

Dviejų išėjimų $U_{\text{iš } (1; 2)}$ ir dviejų moduliavimų įėjimų $U_{\text{in } M (1; 2)}$ generatoriaus trečiojo varianto schema (Fig. 16, a) su DFPĮ (Fig. 1, e) veikia tokiu būdu.

Įjungia maitinimo šaltinio 12 įtampą $\mathcal{E}_o$ ir atitinkamų DT ir VT atitinkamus veikos taškus „CDT“ – $\{I_{K o}, U_{KE o}\}$ ir „CVT“ – $\{I_{D o}, U_{GS o (1; 2)}\}$ atitinkamose išėjimų VACH nustato atitinkamų apkrovų $(R_{a 2} + R_{2-4} + R_{DS o} + R_{a 1})$ ir $(R_{a 2} + R_{KE o} + R_{a 1})$ tiesių viduryje, ir tuo tikslu parenka įtampas $\mathcal{E}_o$ vertę, bei rezistorinių daliklių $R_1 || R_2$ (1; 2) ir

$R_3||R_4$ (3; 4) atitinkamas dalinimo vertes $k_{1-2} = R_2/(R_1 + R_2)$ ir $k_{3-4} = R_4/(R_3 + R_4)$, esant pasirinktoms $R_{a(1;2)}$ (5; 6) vertėms. Schemoje (Fig. 16, a) DT veikia BE, o VT – BI, atitinkamose schemose su dviem nepriklausomais užtūrų išvadais $G_{(1;2)}$, ir VT yra DT dinaminė apkrova. Įjungimo laiko momentu $t_0 = 0$ schemos

(Fig. 16, a) DT ir VT veikos taškai automatiškai patenka į aktyvios veikos atitinkamus veikos taškus „C_{DT}; VT“. Dėl fluktuacijų, pavyzdžiui, DT kontakto-išvado B_1 įtampa $u_{B1}(t)$ padidėja dydžiu $\Delta U_{B1} \ll U_{B10} \cong k_{1-2} \cdot \mathcal{E}_0$, čia : U_{B10} – DT kontakto-išvado B_1 įtampa veikos taške „C_{DT}“, ir todėl padidėja DT bazės B_1 srovė $i_{B1}(t) = I_{B10} + \Delta I_{B1}$ dydžiu $\Delta I_{B1} \ll I_{B10}$ – DT bazės B_1 srovė veikos taške „C_{DT}“, o tai lemia DT kolektoriaus K srovės $i_K(t) = I_{K0} + \beta \cdot \Delta I_{B1}$ padidėjimą ir kartu VT ištakos D srovės $i_D(t) \equiv i_K(t) \equiv i_{K-D}(t)$ padidėjimą, o tai lemia schemos (Fig. 16, a) gnybte U_{i1} (16) neigiamo poliškumo įtampos pokytį $\Delta U_{K-D} \cong \beta \cdot \Delta I_{B1} \cdot R_{a1} < 0$. Įtampos pokytis $-\Delta U_{K-D}$ per teigiamo grįžtamojo ryšio grandinę L_1-C_6 (28; 27) patenka į DT kontaktą-išvadą E, ir, esant būtinai sąlygai: $R_{a1} > R_{a2}/\alpha$, dar labiau „atidaro“ DT, ir t. t., kol srovės $i_{K-D}(t)$ didėdamos pasiekia atitinkamas maksimalias vertes $I_{0K-D \max} \cong \mathcal{E}_0/(R_{a1} + R_{DS \min} + R_{KE \min} + R_{a2})$, ir toliau analogišku būdu pradeda mažėti iki minimalių verčių $I_{0K-D \min} \cong I_{sK} \ll I_{0K-D \max}$, ir toliau analogišku būdu pradeda didėti, ir t. t. – schemos (Fig. 16, a) gnybtuose $U_{i(1;2)}$ (16; 17) yra generuojami atitinkami signalai $u_{i(1;2)}(t)$ su didžiausiomis amplitudėmis $U_{0i(1;2) \max}$:

$$\begin{aligned} U_{0i(1;2) \max} &\cong I_{0K-D \max} \cdot R_{a(1;2)}/2 \cong \\ &\cong \mathcal{E}_0 \cdot R_{a(1;2)} / [2 \cdot (R_{a1} + R_{DS \min} + R_{KE \min} + R_{a2})] \cong \mathcal{E}_0 \cdot R_{a(1;2)} / [2 \cdot (R_{a1} + R_{a2})], \end{aligned} \quad (52)$$

$$\text{ir dažniais } f_{i(1;2)} \cong [2 \cdot \pi \cdot (L_1 \cdot C_6)^{0.5}]^{-1}.$$

Kai į schemos (Fig. 16, a) gnybtus $U_{inM(1;2)}$ (31; 32) paduoda atitinkamus moduliuojančius signalus $u_{inM(1;2)}(t)$ su mažo signalo sąlygas tenkinančiomis atitinkamomis amplitudėmis $U_{0inM(1;2)} \ll U_{(G20; B20)}$ ir dažniais $f_{inM(1;2)} < f_{i(1;2)}$, ir taip keičia DT, bei VT, atitinkamus statumus $S_{(DT, VT)}$, o tai lemia generuojamų signalų $u_{i(1-3)}(t)$ atitinkamų amplitudžių moduliacijas $U_{0i(1-3)}(f_{inM1})$, schemos (Fig. 16, a) gnybtuose $U_{i(1;2)}$ (16; 17) registruoja atitinkamus sudėtinius signalus $u_{i(1;2)}^*(t)$ su atitinkamais kombinaciniais dažniais $f_{i(1;2)k}^*$:

$$f_{i(1;2)k}^* = |\pm n \cdot f_{i1} \pm m \cdot f_{inM1} \pm e \cdot f_{inM2}|, \quad (53)$$

čia: $n, m, e = 1; 2; 3; \dots$, ir taip praplečia įtaiso su DFPĮ funkcines galimybes.

Schemas (Fig. 16, a) gnybtuose $U_{iš (1; 2)}$ (16; 17), kai gnybtuose $U_{in M (1; 2)}$ (31; 32) signalai

$U_{in M (1; 2)}(t) = 0$, atitinkamų signalų $u_{iš (1; 2)}(t)$ harmonines funkcijas gauna parinkdami neigiamojo grįžtamojo ryšio grandinės R_6-C_7 (36; 33) parametrus, pavyzdžiui, su potenciometru R_6 (36), ir, kai $R_6 \Rightarrow \infty$, gauna impulsinius signalus $u_{iš (1; 2)}(t)$ – artimus meandrams su atitinkamais rečiais $\chi_{(1; 2)} \cong 2$, ir taip praplečia įtaiso su DFPĮ funkcines galimybes.

Dviejų išėjimų $U_{iš (1; 2)}$ ir dviejų moduliavimų įėjimų $U_{in M (1; 2)}$ generatoriaus ketvirtojo varianto schemas (Fig. 16, b) su DFPĮ (Fig. 1, e) veikia yra analogiška trečiojo varianto schemas (Fig. 16, a) veikiai, kai schemoje (Fig. 16, b) teigiamo grįžtamojo ryšio mišraus jungimo grandinė: $(C_8-C_9) \parallel (L_1 \parallel C_6)$, yra sudaryta su lygiagrečiuoju $L_1 \parallel C_6$ (28; 27) rezonansiniu kontūru, o schemoje (Fig. 16, a) – su nuosekliuoju L_1-C_6 (28; 27) rezonansiniu kontūru. Todėl abiejų schemų (Fig. 16, a, b) elektriniai parametrai ir funkcinės savybės yra identiškos.

Trijų išėjimų $U_{iš (1-3)}$ relaksacinių virpesių RC-generatorius (Fig. 17) su DFPĮ (Fig. 1, d) veikia taip.

Įjungia maitinimo šaltinio 12 įtampą $\mathcal{E}_0$ ir atitinkamų DT ir PT atitinkamus veikos taškus „a_{DT}“ – $\{I_{K1s}, \mathcal{E}_0\}$ ir „a_{PT}“ – $\{I_{K2s}, \mathcal{E}_0\}$ atitinkamose išėjimų VACH nustato atitinkamų apkrovų $(R_{a2} + R_{2-4} + R_{BB0} + R_{a1})$ ir $(R_1 + R_{a3})$ tiesių atkirtos taškuose „a_{DT}“ ir „a_{PT}“. DT veikia BE schemoje, o PT – „rakto veikoje“. Pradiniu laiko t momentu $t_0 = 0$ DT ir PT yra „išjungtose būsenose“ ir gnybtuose $U_{iš (1-3)}$ (16; 17; 29) atitinkami signalai $u_{iš (1-3)}(t_0) = 0$. Iš įtampos $\mathcal{E}_0$ šaltinio 12 per R_1 (1) prasideda C_4 (10) įkrovimo procesas ir įtampa $u_{C4}(t) = \mathcal{E}_0 \cdot \{1 -$

$-\exp[-t/(R_1 \cdot C_4)]\}$ – eksponentiškai didėja. Todėl DT yra „atidaromas“ ir jo kolektoriaus K_1 srovė $i_{K1}(t) \equiv i_{BB}(t)$ didėja. Kai laiko momentu t_1 srovė $i_{BB}(t_1) \geq I_{BBs}$, PT santykinai sparčiai – per (1–3) ns, ir mažiau, persijungia į „atidarytą būseną“, kurioje varža $R_{K2E2}(t_1) = R_{K2E2s} =$

$= (0,1-1) \Omega$, ir mažiau, ir grandine: $C_4-K_2-E_2-R_{a3}$ prasideda C_4 (10) išsikrovimo procesas, kurio metu įtampa $u_{C4}(t)|_{t \geq t_1} = U_{C4max} \cdot \exp\{-t/[(R_{K2E2s} + R_{a3}) \cdot C_4]\}$ – eksponentiškai mažėja, o tai lemia DT „uždarymą“ ir kartu srovės $i_{BB}(t)|_{t \geq t_1}$

mažėjimą, ir, kai laiko momentu t_2 srovė

$i_{BB}(t_2) \leq I_{BBs}$, PT santykinai sparčiai – per (1–3) ns, ir mažiau, persijungia į „uždarytą būseną“, kurioje varža $R_{K_2E_2}(t_2) = R_{K_2E_2 \max} = (0,1-1) \text{ M}\Omega$, ir daugiau. Iš įtampos $\mathcal{E}_0$ šaltinio 12 per R_1 (1) vėl prasideda C_4 (10) įkrovimo procesas ir t. t. – vyksta relaksacinių virpesių generacija ir įtaiso Fig. 17 gnybtuose $U_{i\text{š}(1-3)}$ (16; 17; 29) generuojamų atitinkamų signalų $u_{i\text{š}(1-3)}(t)$ laikinės diagramos yra parodytos Fig. 23, o generuojamų signalų $u_{i\text{š}(1-3)}(t)$ atitinkamos amplitudės

$U_{o\text{ iš}(1-3)}$ yra:

$$U_{o\text{ iš}1} = \mathcal{E}_0 - U_{i\text{š}1 \min} \cong \mathcal{E}_0 \cdot (R_{a2} + R_{B_2E_1s}) / (R_{a1} + R_{a2} + R_{B_2E_1s}), \quad (54)$$

$$U_{o\text{ iš}2} \cong \mathcal{E}_0 \cdot R_{a2} / (R_{a1} + R_{a2} + R_{B_2E_1s}), \quad (55)$$

$$U_{o\text{ iš}3} \cong U_{C4 \max} \cdot R_{a3} / (R_{a3} + R_{K_2E_2s}), \quad (56)$$

čia: $R_{B_2E_1s}$ ir $R_{K_2E_2s}$ – DFPJ atitinkamų kontaktų-išvadų B_2-E_1 (3.1; 1.1) ir K_2-E_2 (4.1; 5.1) minimalios varžos, kai DFPJ yra „atidarytoje būsenoje“, o išraiška (56), kai $R_{a3} \ll R_1$.

Iš Fig. 23 išplaukia įtaiso Fig. 17 gnybtuose $U_{i\text{š}(1-3)}$ (16; 17; 29) generuojamų atitinkamų signalų $u_{i\text{š}(1-3)}(t)$ laikiniai parametrai: dažniai $f_{i\text{š}(1-3)} \cong (t_2 - t_1)^{-1} \approx [(R_1 + R_{a3}) \cdot C_4]^{-1}$, gnybte $U_{i\text{š}3}$ (29) impulsų frontų trukmės $t_{(r3, f3)} = (1-3) \text{ ns}$, ir mažiau, o signalų $u_{i\text{š}(1-3)}(t)$ atitinkamos fazės:

$$|\varphi_{i\text{š}(2;3)} - \varphi_{i\text{š}1}| = 180^\circ \equiv \pi \text{ rad.}$$

Palyginus su analogais, pasiūlyti daugiafunkciniai puslaidininkinių įtaisų variantai pasižymi didesnėmis valdymo funkcinėmis savybėmis, integriniu išpildymu ir galimybe veikti įvairios paskirties superaukšto dažnio bei subnanosekundinės spartos elektroniniuose įrenginiuose – stiprintuvuose, dažnių maišikliuose-keitikliuose, harmoninių ir impulsinių signalų generatoriuose, impulsų formuotuvuose.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Daugiafunkcinis puslaidininkinis įtaisas (DFPI) su šešiais kontaktais-išvadais, sudarytas iš trijų besikeičiančio laidumo tipo puslaidininkinių sluoksnių 1–3, pavyzdžiui, atitinkamai vidutiniškai stipriai legiruotų n– sluoksnio 1, p– sluoksnio 2 ir n– sluoksnio 3, kuriame yra suformuotos dvi vidutiniškai stipriai legiruotos p⁺– sritys 4 ir 5 su atitinkamais ominiais kontaktais-išvadais 4.1 ir 5.1, n– sluoksniai 1 ir 3 turi atitinkamus ominius kontaktus- išvadus 1.1 ir 3.1, o p– sluoksnis 2 priešinguose išoriniuose kraštuose turi du ominius kontaktus-išvadus 2.1 ir 2.2, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad vidutiniškai silpnai legiruoto p– sluoksnio 2 storis l_{1-3} – atstumas nuo stipriai legiruoto n⁺– sluoksnio 1 iki n– sluoksnio 3, yra padarytas mažesnis už šalutinių krūvininkų – elektronų n_p difuzijos nuotolį L_{d2} šiame p– sluoksnyje 2:

$l_{1-3} < L_{d2}$, ir taip yra realizuotas n⁺–p–(n–n⁺) laidumo pirmasis dvipolis tranzistorius (DT) – darinys DT₁, kurio kontaktai-išvadai 1.1 ir 3.1 yra atitinkamai pirmasis emiteris E₁ ir pirmasis kolektorius K₁, o kontaktai-išvadai 2.1 ir 2.2 yra pirmosios bazės B₁ atitinkami du kontaktai-išvadai B_{1.1} ir B_{1.2}, atstumas l_{4-5} tarp stipriai legiruotų p⁺– sričių 4 ir 5 n– sluoksnyje 3 yra padarytas mažesnis už šalutinių krūvininkų – skylių p_n difuzijos nuotolį L_{d3} n– sluoksnyje 3:

$l_{4-5} < L_{d3}$, ir taip yra realizuotas p⁺–n–p⁺ laidumo antrasis darinį DT₂, kurio kontaktai-išvadai 4.1 ir 5.1 yra atitinkamai antrasis emiteris E₂ ir antrasis kolektorius K₂, arba atvirkščiai, kontaktas-išvadas 3.1 yra DT₂ antrosios bazės B₂ kontaktas-išvadas B_{2.2} ir kartu DFPI bendrasis kontaktas-išvadas 3.1, atstumai l_{2-4} ir l_{2-5} nuo p– sluoksnio 2 iki šalia esančių atitinkamų p⁺– sričių 4 ir 5 yra padaryti didesni už atitinkamų p–n sandūrų tarp atitinkamų p– ir n– sluoksnių 2 ir 3 nuskurdintų sričių n– sluoksnyje 3 atitinkamų maksimalių storių $d_{pn\ 2-3\ max}$, ir kartu didesni už p–n sandūrų tarp n– sluoksnio 3 ir atitinkamų p⁺– sričių 4 ir 5 nuskurdintų atitinkamų sričių n– sluoksnyje 3 atitinkamų maksimalių storių $d_{pn\ (3-4;\ 3-5)\ max}$: $l_{2-(4;\ 5)} > d_{pn\ (2-3;\ 3-4;\ 3-5)\ max}$.

2. DFPI pagal punktą 1, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad atstumas $l_{4-5} > L_{d3}$ ir kartu $l_{4-5} < d_{pn\ (3-4;\ 3-5)\ max}$, ir taip yra realizuotas p⁺–n–p⁺ laidumo puslaidininkinis tetrodas (PT) – antrasis darinis PT, kurio kontaktai-išvadai 4.1 ir 5.1 yra atitinkamai emiteris E₂ ir kolektorius K₂, arba atvirkščiai, o kontaktas-išvadas 3.1 yra PT bazės B₂

kontaktas-išvadas B_{2.2} ir kartu pirmojo darinio DT kolektorius K₁ – DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas K₁-B_{2.2}.

3. DFPĮ pagal punktą 1, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad atstumas $l_{1-3} > L_{d2}$ ir kartu $l_{1-3} < d_{pn(2-1; 2-3) \max}$ – atitinkamų p–n sandūrų tarp p– sluoksnio 2 ir n⁺–, bei n–, atitinkamų sluoksnių 1 ir 3, nuskurdintų atitinkamų sričių p– sluoksnyje 2 atitinkami maksimalūs storiai, ir taip yra realizuotas n⁺–p–(n–n⁺) laidumo pirmasis darinys PT su atitinkamais kontaktais-išvadais: E₁ (1.1), K₁ (3.1), B_{1.1} (2.1) ir B_{1.2} (2.2), o antrasis darinis DT atitinka DT₂ darinio parametrus ir turi atitinkamus kontaktus-išvadus: K₂ (4.1), E₂ (5.1), arba atvirkščiai, ir B_{2.2} (3.1).

4. DFPĮ pagal punktą 1, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad pirmasis darinys DT atitinka DT₁ darinio parametrus ir turi atitinkamus kontaktus-išvadus: E (1.1), K (3.1) ir bazės B du kontaktus-išvadus: B₁ (2.1) ir B₂ (2.2), atstumas l_{4-5} yra padarytas didesnis už p–n sandūrų tarp n– sluoksnio 3 ir atitinkamų p⁺– sričių 4 ir 5 atitinkamų nuskurdintų sričių n– sluoksnyje 3 atitinkamų neutralių storių $d_{pn(3-4; 3-5)}$ o sumą, kai p–n sandūrose nėra poveikių įtampų, ir kartu mažesnis už atitinkamų maksimalių storių $d_{pn(3-4; 3-5) \max}$ sumą, kai p–n sandūrose yra atgalinės poveikių įtampos: $d_{pn(3-4) o} + d_{pn(3-5) o} < l_{4-5} < d_{pn(3-4) \max} + d_{pn(3-5) \max}$, ir taip yra realizuotas atidaryto n–kanalo sandūrinis vienpolis (lauko) tranzistorius (VT) – antrasis darinys VT, kurio kontaktai-išvadai 4.1 ir 5.1 yra atitinkamai pirmosios užtūros G₁ ir antrosios užtūros G₂ kontaktai-išvadai, arba atvirkščiai, o kontaktas-išvadas 3.1 yra santakos D, arba ištakos S, ir kartu K – DFPĮ bendrasis kontaktas-išvadas K-D(S).

5. DFPĮ pagal punktus 1–4, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad DFPĮ padarytas planarinės (paviršinės) technologijos būdu horizontalios konstrukcijos, kurioje, pavyzdžiui, ant dielektrinio šilumai laidaus padėklo yra suformuotas stačiakampio formos epitaksinis d storio n– sluoksnis, kurio priešinguose kraštuose per visą n– sluoksnio storį d yra suformuotos dvi stačiakampės n⁺– sritys: pirmoji – emiteris E arba pirmasis emiteris E₁, ir trečioji – bazė B arba antroji bazė B₂ (B_{2.2})), arba kolektorius K, arba antrasis kolektorius K₂, arba santaka D, arba ištaka S, ir abiejų n⁺– sričių kraštinės yra lygiagrečios atitinkamoms epitaksinio n– sluoksnio kraštinėms, o tarp abiejų n⁺– sričių, pavyzdžiui, šalia pirmosios n⁺– srities, sudarant bendrą – emiterinę p–n⁺ sandūrą, yra suformuota antroji stačiakampė p– sritis –

bazė B arba pirmoji bazė B_1 , kurios kraštinės yra lygiagrečios atitinkamoms n^+ –srities kraštinėms, p^- –srities ilgis l_p išilgai p^- ir n^+ –sričių bendros sąlyčio kraštinės padarytas didesnis už n^+ –srities ilgį $l_{n^+} < l_p$, o p^- –srities plotis l_{1-3} statmenai ilgiui l_p ir lygiagrečiai padėklo paviršiui lemia DFPĮ funkcines savybes, tarp p^- ir trečiosios n^+ –sričių per visą n^- sluoksnio storį d vienodu atstumu $l_{2-(4; 5)}$ yra viena priešais kitą suformuotos dvi atskiros vienodų matmenų stačiakampės p^+ –sritys: ketvirtoji (4) ir penktoji (5), kurių kraštinės yra lygiagrečios atitinkamoms epitaksinio n^- sluoksnio kraštinėms, o lygiagrečiai ilgiui l_p atstumas l_{4-5} tarp p^+ –sričių 4 ir 5 lemia DFPĮ funkcines savybes, visų n^+ – ir p^+ –sričių paviršiuose yra padaryti atitinkami ominiai kontaktai-išvada: pirmosios n^+ –paviršiuje – E arba E_1 , trečiosios n^+ –paviršiuje – K arba K_1 , arba $B_{2.2}$, arba D arba S, ketvirtosios p^+ –paviršiuje – K arba K_2 , arba E, arba E_2 ir penktosios p^+ –paviršiuje E arba E_2 , arba K, arba K_2 , o p^- –srities priešinguose kraštuose atstumu l_p viena nuo kitos yra padarytos dvi vienodų matmenų p^+ –sritys 2.1 ir 2.2 su ominiais kontaktai-išvadais: B_1 arba $B_{1.1}$, ir B_2 arba $B_{1.2}$.

6. DFPĮ pagal punktus 1–4, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad DFPĮ padarytas planarinės technologijos būdu vertikalios konstrukcijos, kurioje, pavyzdžiui, ant pirmojo n^+ –sluoksnio – įtaiso padėklo paviršiaus yra suformuotas ominių kontaktai-išvada E, arba E_1 , o ant padėklo kito paviršiaus yra suformuotas storio d_2 , pavyzdžiui, epitaksinis antrasis p^- –sluoksnis ir šiame p^- –sluoksnyje yra suformuota stačiakampė trečioji n^- –sritis, kurios įterpimo į p^- –sluoksnį gylis h_3 yra mažesnis už storį d_2 : $h_3 < d_2$, ir skirtumas: $d_2 - h_3 = l_{1-3}$, o n^- –srities priešinguose kraštuose atstumu l_{4-5} viena nuo kitos yra suformuotos dvi vienodos p^+ –sritys: ketvirtoji (4) ir penktoji (5), su atitinkamais paviršiniais ominiais kontaktai-išvadais: K arba K_2 , ir E arba E_2 , arba atvirkščiai, ir p^+ –sričių įterpimo į n^- –sritį atitinkami gyliai h_4 ir h_5 yra mažesni už h_3 : $h_{4; 5} < h_3$, o skirtumas: $h_3 - h_{(4; 5)} = l_{2-(4; 5)}$, ir n^- –srities viduryje tarp p^+ –sričių 4 ir 5 yra suformuota papildoma n^+ –sritis su paviršiniu ominių kontaktu-išvadu K arba K_1 , arba B arba $B_{2.2}$, arba D arba S, ir papildomos n^+ –srities įterpimo į n^- –sritį gylis $h_{3.1}$ yra mažesnis už $h_{(4; 5)}$: $h_{3.1} < h_{(4; 5)}$, o p^- –sluoksnyje priešingose n^- –srities pusėse yra suformuotos dvi atitinkamos papildomos p^+ –sritys su atitinkamais paviršiniais ominiais kontaktai-išvadais: B_1 arba $B_{1.1}$, ir B_2 arba $B_{1.2}$.

7. Stiprintuvas-dažnių maišiklis su DFPĮ pagal punktus 1, 5 ir 6, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad DFPĮ bendrasis išvadas E_1 per pirmąjį rezistorių R_1 yra sujungtas su

„žeme“ – įtaiso nulinio potencialo šina, ir kartu per pirmąjį kondensatorių C_1 – su įtaiso pirmojo įėjimo gnybtu $U_{in\ 1}$, išvadas K_1 -B_{2.2} per antrąjį rezistorių R_2 yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per antrąjį kondensatorių C_2 – su įtaiso antrojo įėjimo gnybtu $U_{in\ 2}$, išvadai B(B_{1.1}; 1.2) yra sujungti tarpusavyje ir per lygiagrečiai sujungtus trečiąjį rezistorių R_3 , bei trečiąjį kondensatorių C_3 , yra sujungti su „žeme“ ir kartu per ketvirtąjį rezistorių R_4 – su maitinimo pastoviosios įtampos $\mathcal{E}_0$ šaltinio teigiamo poliškumo gnybtu „+“, kurio neigiamo poliškumo gnybtas „-“ – su „žeme“, išvadas E_2 per pirmąjį apkrovos rezistorių $R_{a\ 1}$ yra sujungtas su gnybtu „+“ ir kartu per ketvirtąjį kondensatorių C_4 – su įtaiso pirmojo išėjimo gnybtu $U_{iš\ 1}$, išvadas K_2 per antrąjį apkrovos rezistorių $R_{a\ 2}$ yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per penktąjį kondensatorių C_5 – su įtaiso antrojo išėjimo gnybtu $U_{iš\ 2}$.

8. Stiprintuvas- dažnių maišiklis su DFPĮ pagal punktus 1, 5 ir 6, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad DFPĮ bendrasis išvadas E_1 -B_{2.2} per R_3 yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per C_4 – su gnybtu $U_{in\ 2}$, ir kartu per R_4 – su įtampos $\mathcal{E}_0$ šaltinio gnybtu „+“, o gnybtas „-“ – su „žeme“, išvadas K_1 per $R_{a\ 1}$ yra sujungtas su gnybtu „+“ ir kartu per C_2 – su gnybtu $U_{iš\ 1}$, išvadas B_{B\ 1.1}, arba B_{B\ 1.2}, arba abu kartu, per R_1 – su „žeme“ ir kartu per R_2 – su gnybtu „+“, ir kartu per C_1 – su gnybtu $U_{in\ 1}$, išvadas E_2 per $R_{a\ 2}$ yra sujungtas su gnybtu „+“ ir kartu per C_3 – su gnybtu $U_{iš\ 2}$, o išvadas K_2 per trečiąjį apkrovos rezistorių $R_{a\ 3}$ – su „žeme“ ir kartu per C_5 – su įtaiso trečiojo išėjimo gnybtu $U_{iš\ 3}$.

9. Impulsų formuotuvai su DFPĮ pagal punktus 1, 5 ir 6, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad DFPĮ bendrasis išvadas K_1 -B_{2.2} yra laisvas, išvadas E_1 per R_1 yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per C_1 – su gnybtu $U_{in\ 1}$, išvadai B(B_{1.1}; 1.2)) yra sujungti tarpusavyje ir per R_2 – su „žeme“, ir kartu per R_3 , arba per C_4 – su išvadu K_2 , kuris per $R_{a\ 2}$ – su „žeme“, ir kartu per C_3 – su gnybtu $U_{iš\ 2}$, išvadas E_2 per C_2 – su gnybtu $U_{iš\ 1}$ ir kartu per $R_{a\ 1}$ – su įtampos $\mathcal{E}_0$ šaltinio gnybtu „+“, o gnybtas „-“ – su „žeme“.

10. Impulsų formuotuvai su DFPĮ pagal punktus 3, 5 ir 6, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad DFPĮ bendrasis išvadas K_1 -B_{2.2} per R_3 yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per C_2 – su gnybtu $U_{in\ 1}$, ir kartu per R_4 – su įtampos $\mathcal{E}_0$ šaltinio gnybtu „+“, o gnybtas „-“ – su „žeme“, išvadas E_1 per $R_{a\ 1}$ yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per C_1 – su gnybtu $U_{iš\ 1}$, išvadas B₁ per R_1 – su „žeme“, o išvadas B₂ per R_2 , arba per C_5 – su išvadu K_2 ,

kuris per R_{a3} – su „žeme“ ir kartu per C_4 – su gnybtu U_{i3} , o išvadas E_2 per R_{a2} – su gnybtu „+“ ir kartu per C_3 – su gnybtu U_{i2} .

11. Impulsų formuotuvos su DFPĮ pagal punktus 2, 5 ir 6, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad DFPĮ bendrasis išvadas K_1 - B_2 per R_2 yra sujungtas su „žeme“, išvadas E_1 per R_1 – su „žeme“ ir kartu per C_1 – su gnybtu U_{in1} , išvadas $B_{1.1}$ per C_2 – su gnybtu U_{in2} , o išvadas $B_{1.2}$ – su „žeme“, arba vieno įėjimo U_{in1} variante abu išvadai $B_{(1.1-1.2)}$ – su „žeme“, išvadas E_2 per R_{a2} yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per C_4 – su gnybtu U_{i2} , o išvadas K_2 per C_3 – su gnybtu U_{i1} ir kartu per R_{a1} – su įtampos $\mathcal{E}_0$ šaltinio gnybtu „+“, o gnybtas „–“ – su „žeme“.

12. Impulsų formuotuvos su DFPĮ pagal punktus 3, 5 ir 6, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad DFPĮ bendrasis išvadas K_1 - $B_{2.2}$ ir yra laisvas, išvadas E_1 per R_1 yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per C_3 – su gnybtu U_{i3} , o išvadai $B_{(1;2)}$ per atitinkamus $R_{(2;3)}$ yra sujungti su transformatoriaus (Tr) antrinės apvijos (II) dviem išvadais, kai Tr pirminės apvijos (I) vienas išvadas yra sujungtas su gnybtu U_{in1} , o kitas išvadas – su „žeme“, išvadas E_2 per C_1 – su gnybtu U_{i1} ir kartu per R_{a1} – su įtampos $\mathcal{E}_0$ šaltinio gnybtu „+“, o gnybtas „–“ – su „žeme“, išvadas K_2 per R_{a2} – su „žeme“ ir kartu per C_2 – su gnybtu U_{i2} .

13. Stiprintuvos-dažnių maišiklis su DFPĮ pagal punktus 4– 6, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad DFPĮ bendrasis išvadas K - D per C_4 yra sujungtas su gnybtu U_{i1} ir kartu per R_{a1} – su įtampos $\mathcal{E}_0$ šaltinio gnybtu „+“, o gnybtas „–“ – su „žeme“, išvadas E per R_1 – su „žeme“ ir kartu per C_1 – su gnybtu U_{in1} , išvadas $B_{1.2}$ per lygiagrečiai sujungtus R_2 ir C_3 – su „žeme“ ir kartu per R_3 – su gnybtu „+“, o išvadas $B_{1.1}$ per C_2 – su gnybtu U_{in2} , išvadas G_1 per pirmąjį užtūros rezistorių R_{G1} yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per C_3 – su įtaiso trečiojo įėjimo gnybtu U_{in3} , o išvadas G_2 per antrąjį užtūros rezistorių R_{G2} – su „žeme“ ir kartu per C_5 – su įtaiso ketvirtąjo įėjimo gnybtu U_{in4} .

14. Stiprintuvos-dažnių maišiklis su DFPĮ pagal punktus 4– 6, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad DFPĮ bendrasis išvadas K - D per C_4 yra sujungtas su gnybtu U_{i1} ir kartu per R_{a1} – su įtampos $\mathcal{E}_0$ šaltinio gnybtu „+“, o gnybtas „–“ – su „žeme“, išvadas E per R_1 – su „žeme“ ir kartu per C_1 – su gnybtu U_{in1} , arba – su gnybtu U_{i2} ,

išvadas $B_{1.2}$ per šeštąjį kondensatorių C_6 – su penktuoju įėjimo gnybtu $U_{in\ 5}$ ir kartu per R_2 – su „žeme“, ir kartu per R_3 – su gnybtu „+“, o išvadas $B_{1.1}$ per R_4 – su „žeme“ ir kartu per penktąjį rezistorių R_5 – su gnybtu „+“, ir kartu per C_2 – su gnybtu $U_{in\ 2}$, išvadas G_1 per $R_{G\ 1}$ – su „žeme“ ir kartu per C_3 – su gnybtu $U_{in\ 3}$, o išvadas G_2 per $R_{G\ 2}$ – su „žeme“ ir kartu per C_5 – su gnybtu $U_{in\ 4}$.

15. Stiprintuvas-impulsų formuotuvas ir dažnių maišiklis, bei generatorius su DFPĮ pagal punktus 4– 6, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad DFPĮ bendrasis išvadas K-D per C_4 yra sujungtas su gnybtu $U_{iš\ 1}$ ir kartu per $R_{a\ 1}$ – su įtampos $\mathcal{E}_0$ šaltinio gnybtu „+“, o gnybtas „–“ – su „žeme“, išvadas E per R_1 – su „žeme“ ir kartu per C_2 – su gnybtu $U_{in\ 2}$, arba gnybtu $U_{iš\ 2}$, išvadai $B_{(1.1;\ 1.2)}$ kartu per R_2 – su „žeme“, ir kartu per C_1 – su gnybtu $U_{in\ 1}$, ir kartu per R_3 – su gnybtu „+“, išvadai $G_{(1;\ 2)}$ kartu per lygiagrečiai sujungtus R_4 ir C_3 yra sujungti su „žeme“, ir kartu per R_5 – su gnybtu „+“, o kitame schemos variante – generatoriuje DFPĮ išvadas K-D per nuosekliai sujungtus C_5 ir pirmąjį induktorių L_1 yra sujungtas su išvadu E.

16. Stiprintuvas-dažnių maišiklis su DFPĮ pagal punktus 4– 6, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad DFPĮ bendrasis išvadas E-S per C_5 yra sujungtas su gnybtu $U_{iš\ 1}$ ir kartu per $R_{a\ 2}$ – su įtampos $\mathcal{E}_0$ šaltinio gnybtu „–“, o gnybtas „+“ – su „žeme“, išvadas K per $R_{a\ 1}$ – su „žeme“ ir kartu per C_1 – su gnybtu $U_{iš\ 2}$, išvadas $B_{1.2}$ per lygiagrečiai sujungtus R_1 ir C_3 – su „žeme“ ir kartu per R_2 – su gnybtu „–“, o išvadas $B_{1.1}$ per C_2 – su gnybtu $U_{in\ 1}$, išvadas G_1 per C_4 – su gnybtu $U_{in\ 2}$ ir kartu per $R_{G\ 1}$ – su „žeme“, ir kartu per R_3 – su gnybtu „–“, o išvadas G_2 per C_6 – su gnybtu $U_{in\ 3}$ ir kartu per $R_{G\ 2}$ – su „žeme“, ir kartu per R_4 – su gnybtu „–“.

17. Generatorius su DFPĮ pagal punktus 1, 5 ir 6, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad DFPĮ bendrasis išvadas K_1 - $B_{2.2}$ per R_4 yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per R_3 – su įtampos $\mathcal{E}_0$ šaltinio gnybtu „+“, o gnybtas „–“ – su „žeme“, išvadas E_1 per $R_{a\ 3}$ – su „žeme“ ir kartu per C_3 – su gnybtu $U_{iš\ 3}$, išvadas $B_{1.2}$ per C_4 – su įtaiso pirmojo moduliacinio įėjimo gnybtu $U_{in\ M\ 1}$, o išvadas $B_{1.1}$ per nuosekliai sujungtus R_5 ir C_5 – su išvadu E_2 ir kartu per R_2 – su „žeme“, ir kartu per R_1 – su gnybtu „+“, išvadas $B_{1.1}$ per nuosekliai sujungtus C_6 ir induktorių L_1 yra sujungtas su išvadu K_2 , kuris per C_2 – su gnybtu $U_{iš\ 1}$ ir kartu per $R_{a\ 2}$ – su „žeme“, o išvadas E_2 per C_1 – su gnybtu $U_{iš\ 2}$ ir kartu per $R_{a\ 1}$ – su gnybtu „+“, arba kitame schemos variante išvadas $B_{1.1}$ per

septintąjį kondensatorių C_7 yra sujungtas su išvadu K_2 ir kartu per aštuntąjį kondensatorių C_8 ir per lygiagrečiai sujungtus C_6 , bei L_1 – su „žeme“.

18. Generatorius su DFPĮ pagal punktus 4–6, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad DFPĮ bendrasis išvadas K-D per C_1 yra sujungtas su gnybtu $U_{is\ 1}$ ir kartu per nuosekliai sujungtus šeštąjį rezistorių R_6 , bei C_7 – su išvadu $B_{1.1}$, ir kartu per $R_{a\ 1}$ – su įtampos $\mathcal{E}_0$ šaltinio gnybtu „+“, o gnybtas „–“ – su „žeme“, išvadas $B_{1.2}$ per C_3 – su įtaiso antrojo moduliacinio įėjimo gnybtu $U_{in\ M\ 2}$, o išvadas $B_{1.1}$ per R_2 – su „žeme“ ir kartu per R_1 – su gnybtu „+“, išvadas G_1 per lygiagrečiai sujungtus C_5 ir R_4 yra sujungtas su „žeme“ ir kartu per R_3 – su gnybtu „+“, ir kartu per R_5 – su gnybtu G_2 , kuris per C_4 – su gnybtu $U_{in\ M\ 1}$, išvadas E per $R_{a\ 2}$ – su „žeme“ ir kartu per C_2 – su gnybtu $U_{is\ 2}$, ir kartu per nuosekliai sujungtus C_6 , bei L_1 – su išvadu K-D, arba kitame schemos variante išvadas K-D per nuosekliai sujungtus aštuntąjį kondensatorių C_8 ir devintąjį kondensatorių C_9 – su išvadu E, o C_8 ir C_9 bendrasis jungimo mazgas per lygiagrečiai sujungtus L_1 , bei C_6 – su „žeme“.

19. Relaksacinių virpesių RC–generatorius su DFPĮ pagal punktus 2, 5 ir 6, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad DFPĮ bendrasis išvadas K_1 - B_2 per C_1 yra sujungtas su gnybtu

$U_{is\ 1}$ ir kartu per $R_{a\ 1}$ – su įtampos $\mathcal{E}_0$ šaltinio gnybtu „+“, o gnybtas „–“ – su „žeme“, DT išvadas E_1 per $R_{a\ 2}$ – su „žeme“ ir kartu per C_2 – su gnybtu $U_{is\ 2}$, išvadai $B_{(1.1;\ 1.2)}$ per C_4 – su „žeme“ ir kartu per R_1 – su įtampos $\mathcal{E}_0$ šaltinio gnybtu „+“, ir kartu – su PT išvadu K_2 , o išvadas E_2 per $R_{a\ 3}$ – su „žeme“ ir kartu per C_3 – su gnybtu $U_{is\ 3}$.

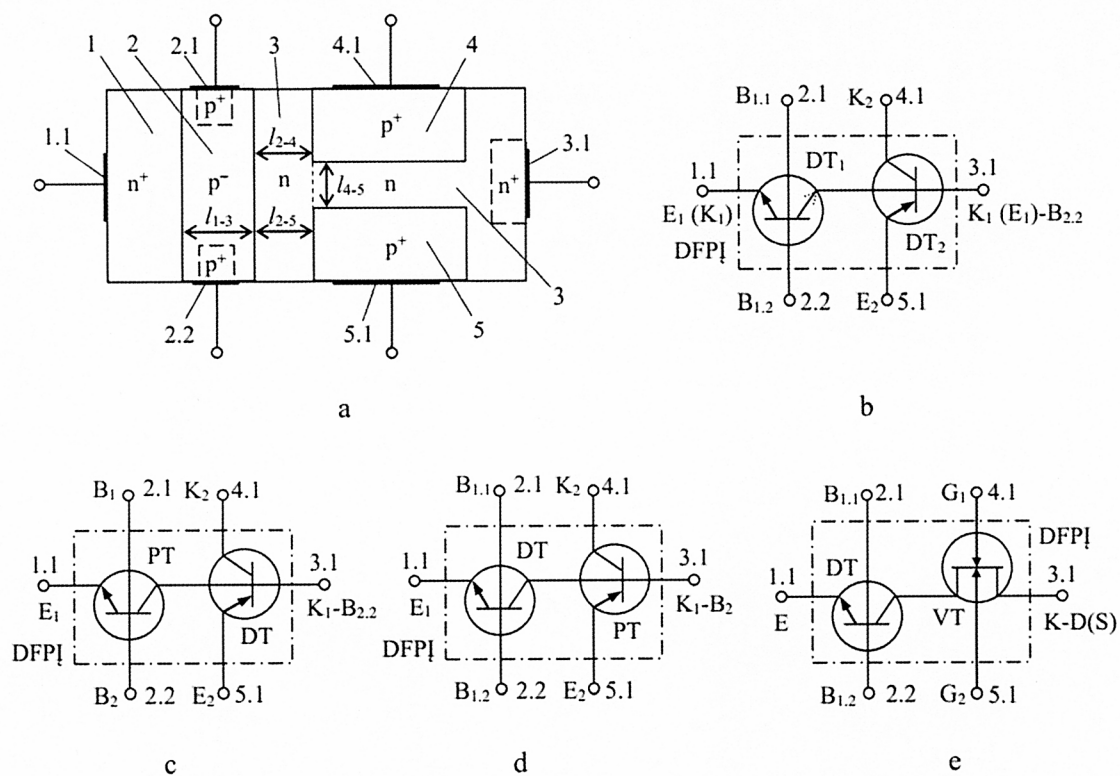


Fig. 1

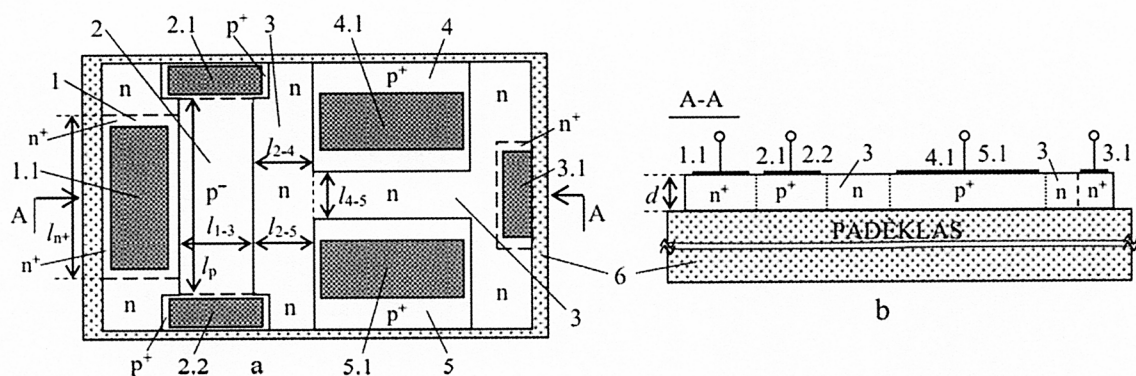


Fig. 2

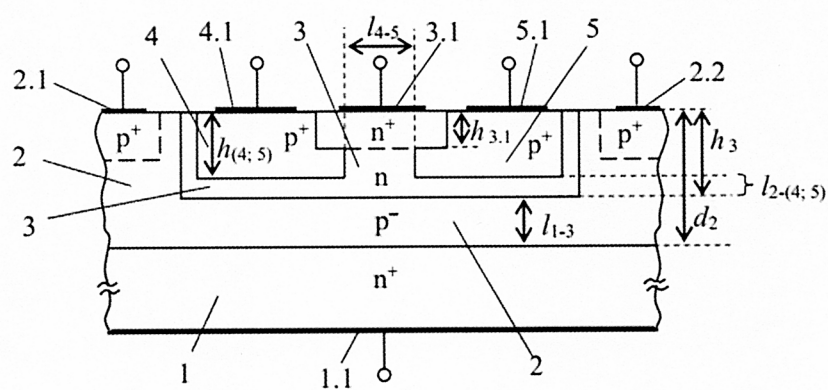


Fig. 3

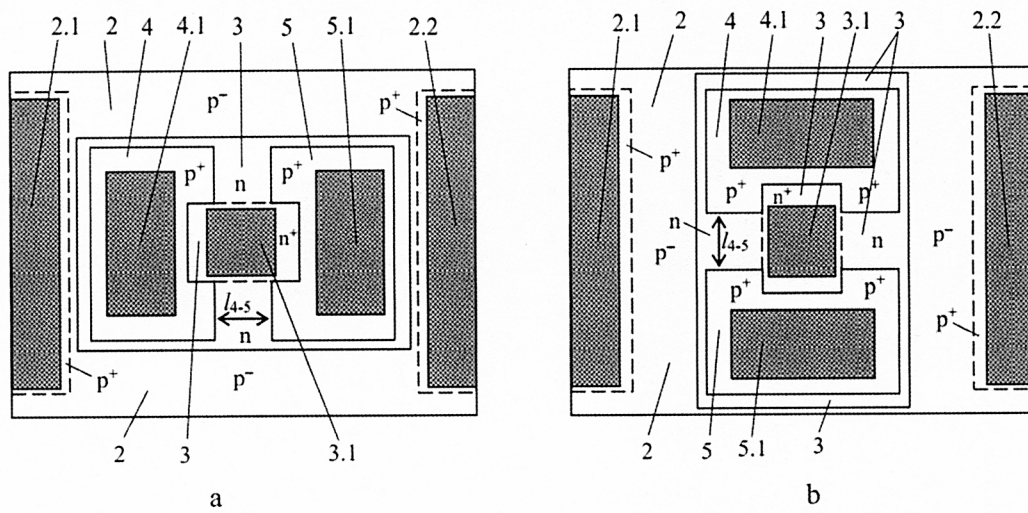


Fig. 4

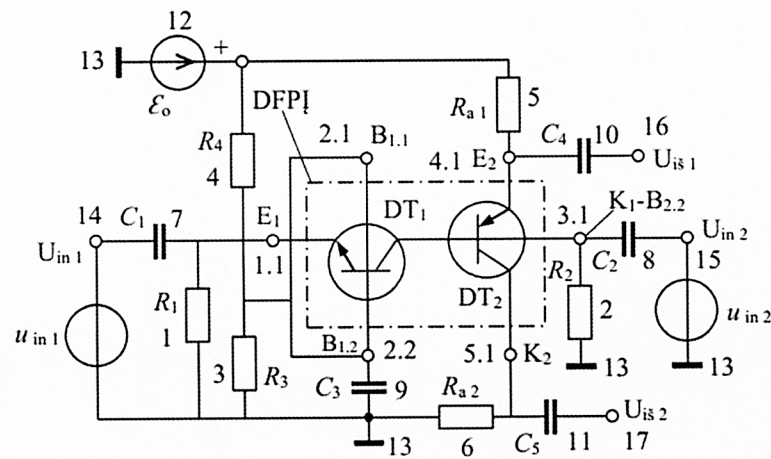


Fig. 5

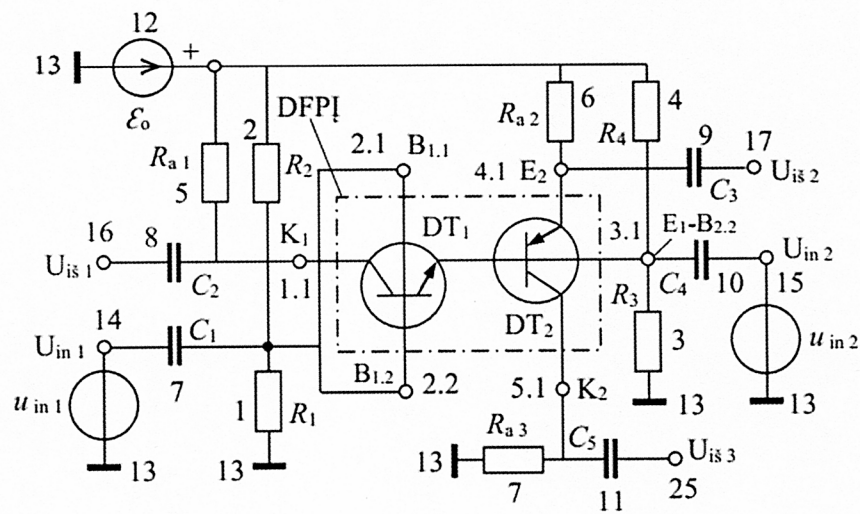


Fig. 6

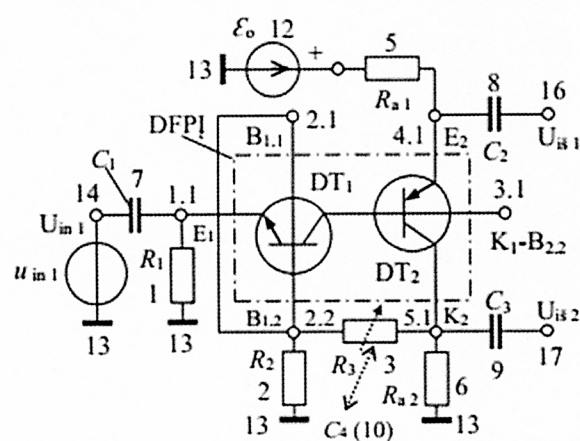


Fig. 7

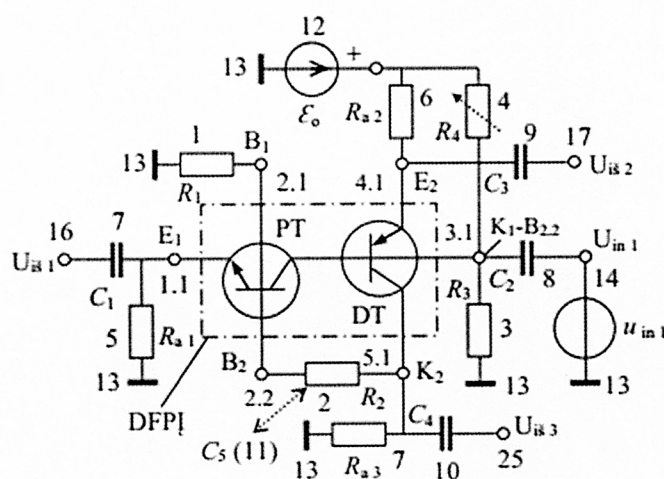


Fig. 8

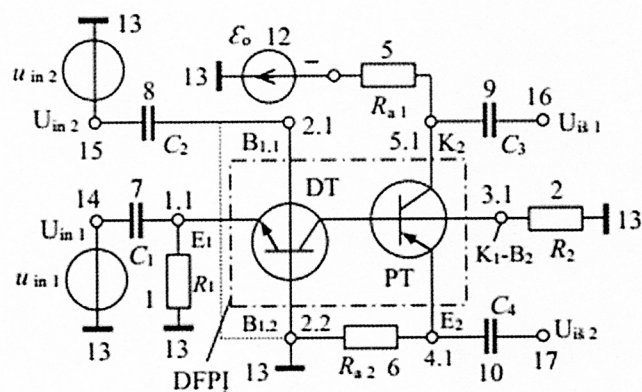


Fig. 9

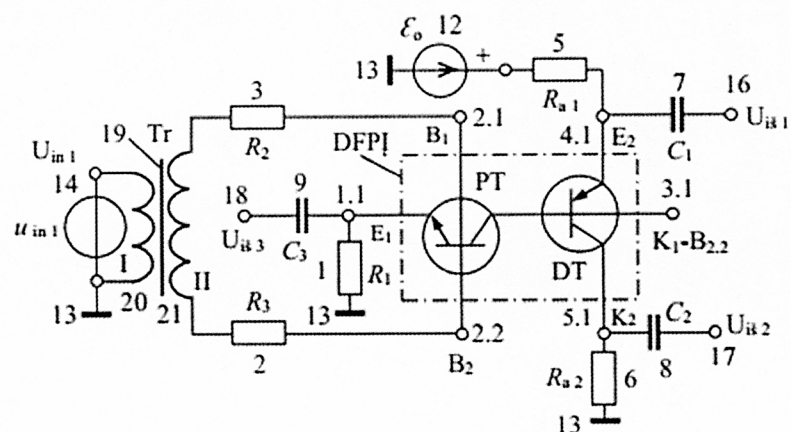


Fig. 10

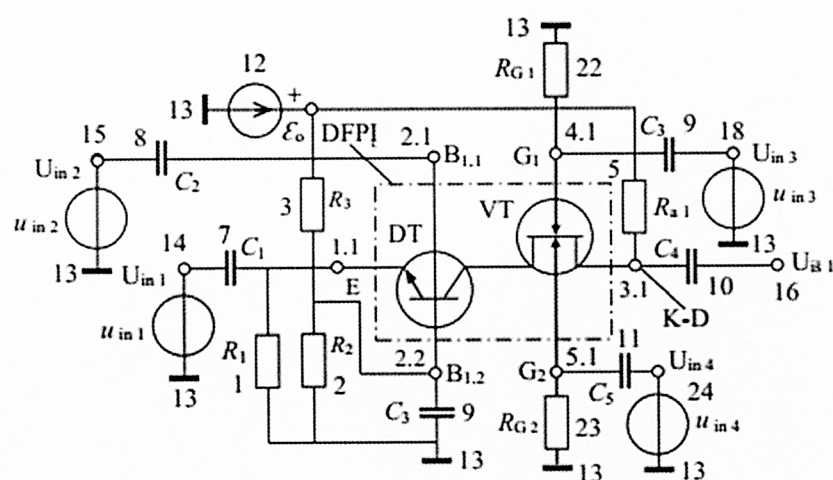


Fig. 11

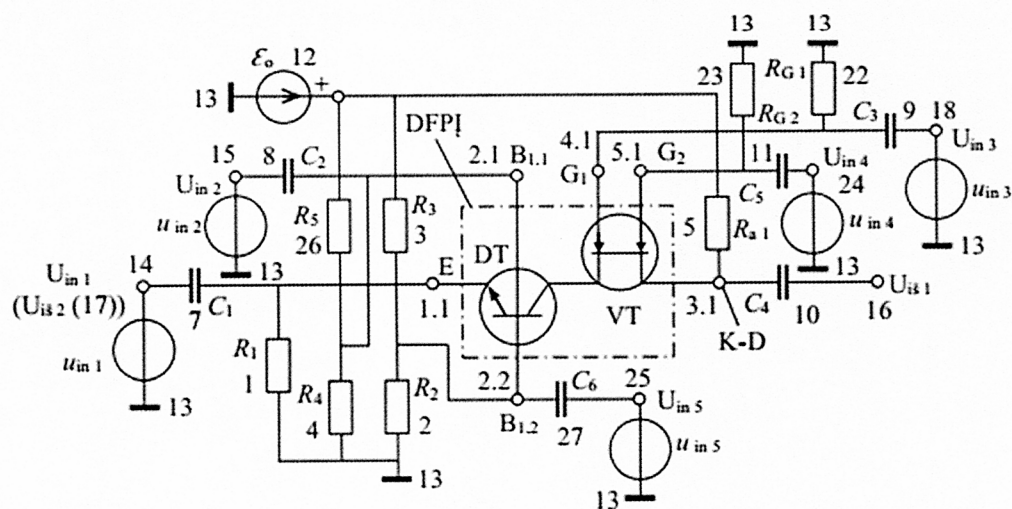


Fig. 12

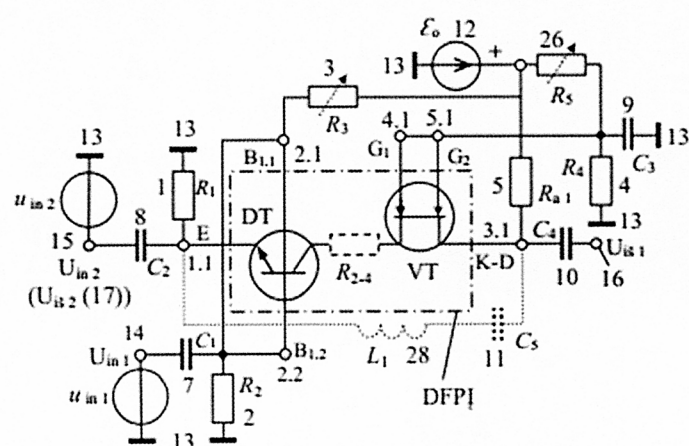


Fig. 13

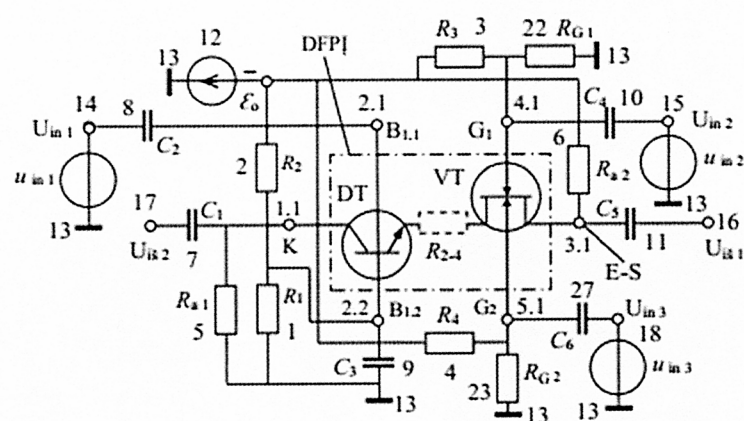


Fig. 14

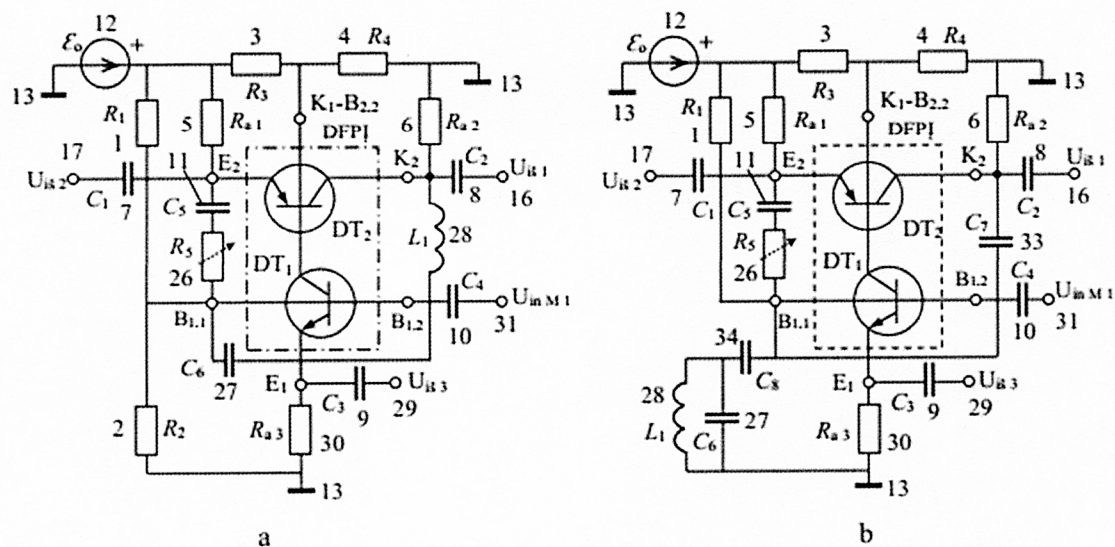


Fig. 15

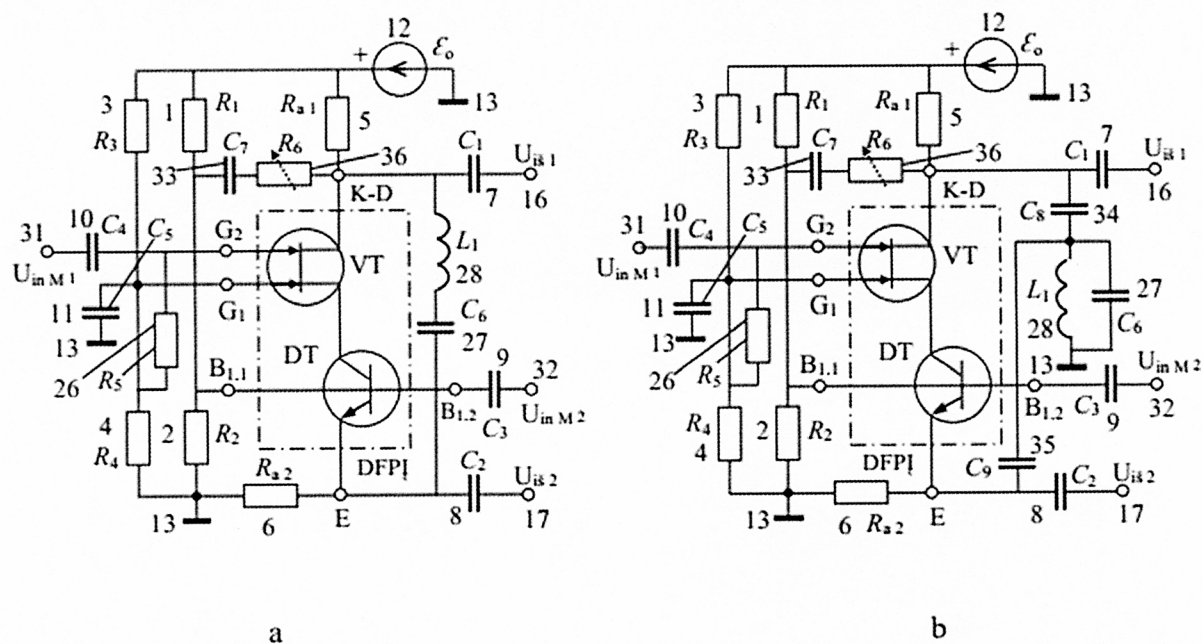


Fig. 16

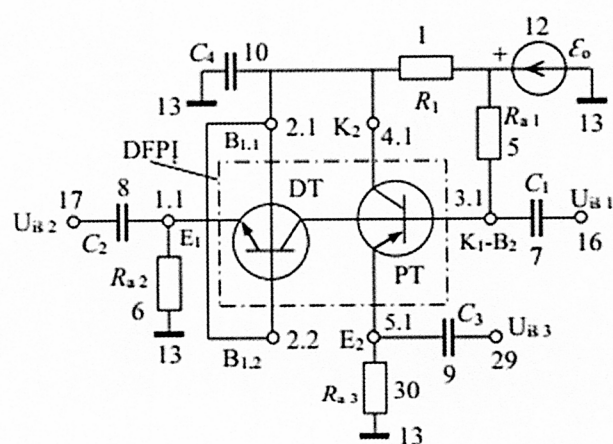


Fig. 17

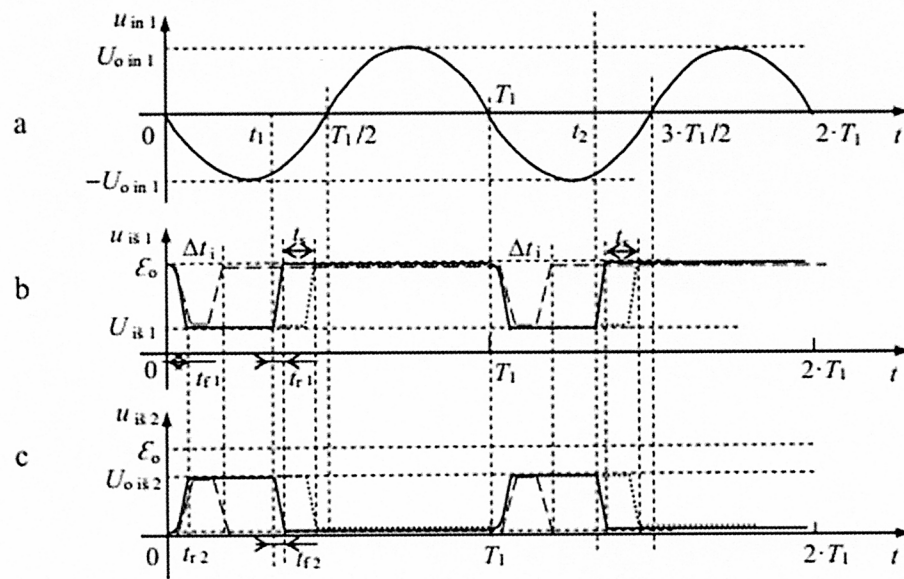


Fig. 18

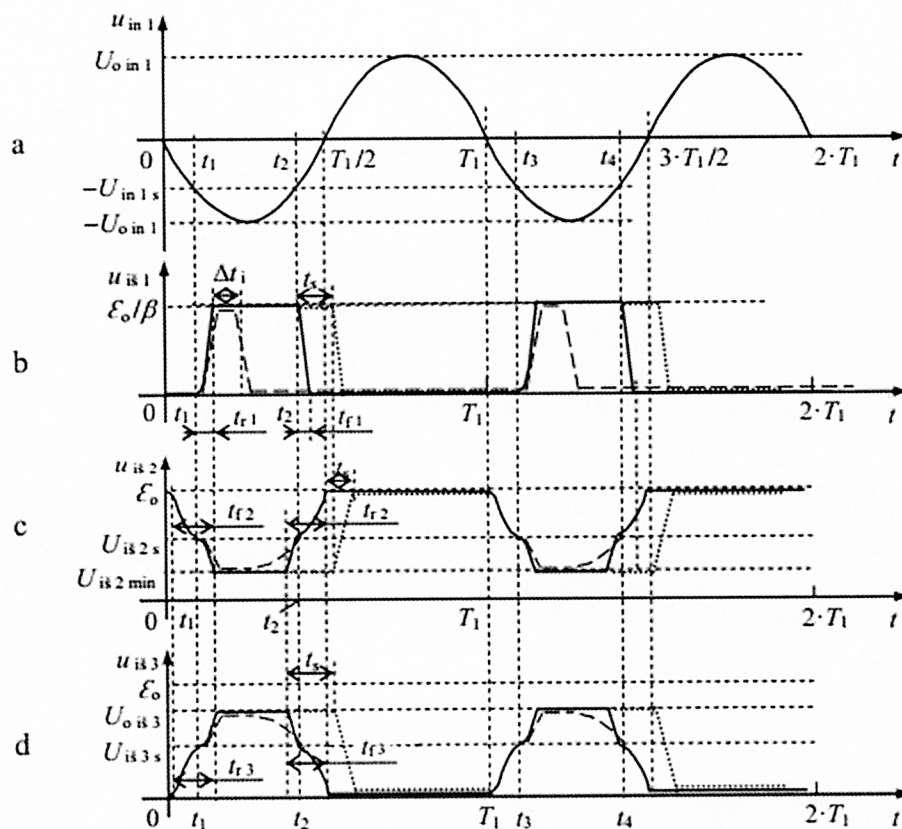


Fig. 19

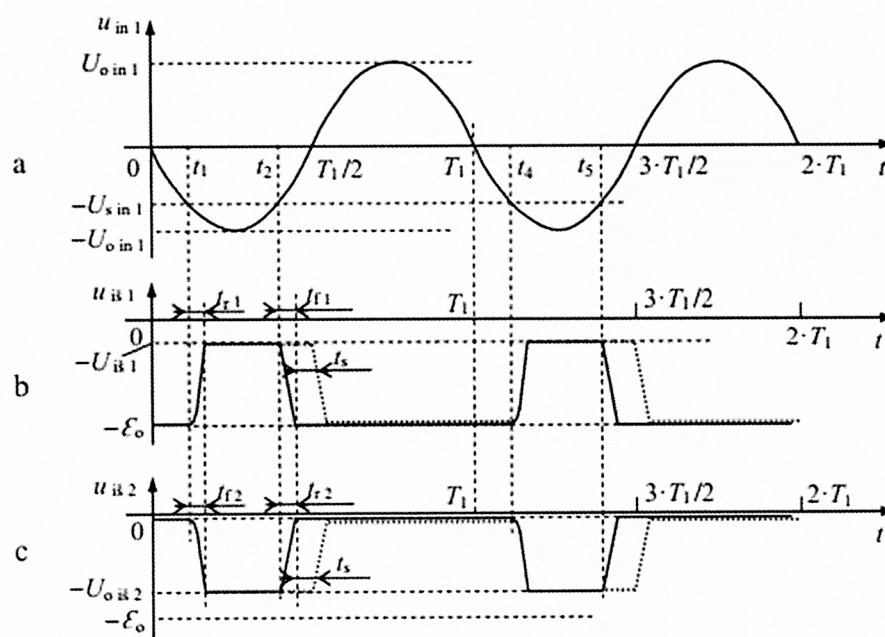


Fig. 20

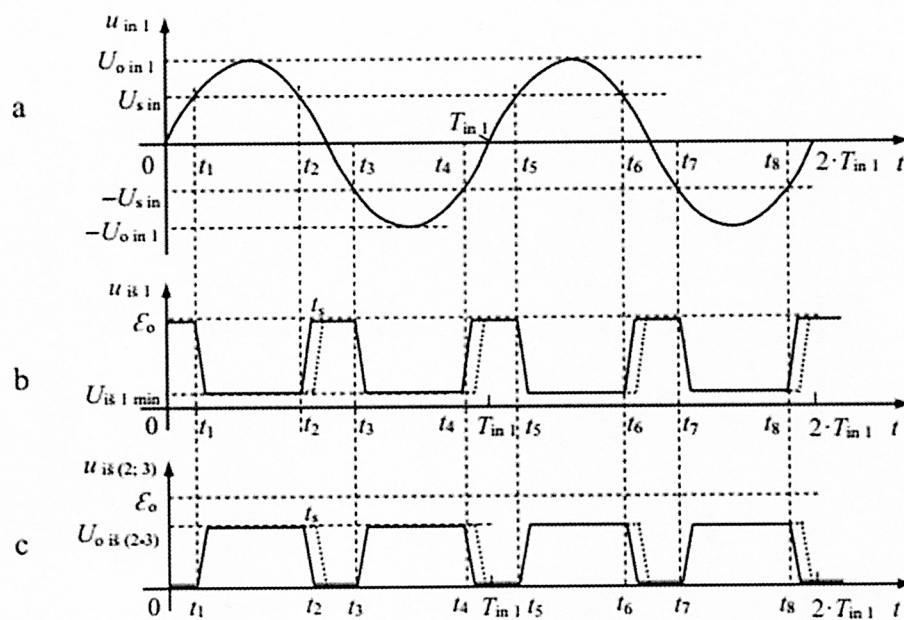


Fig. 21

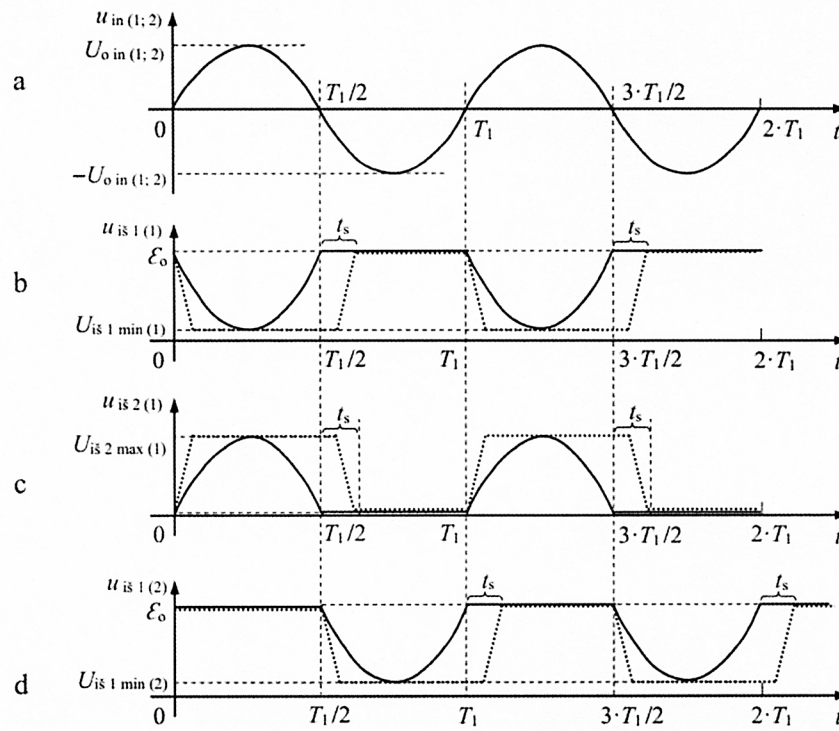


Fig. 22

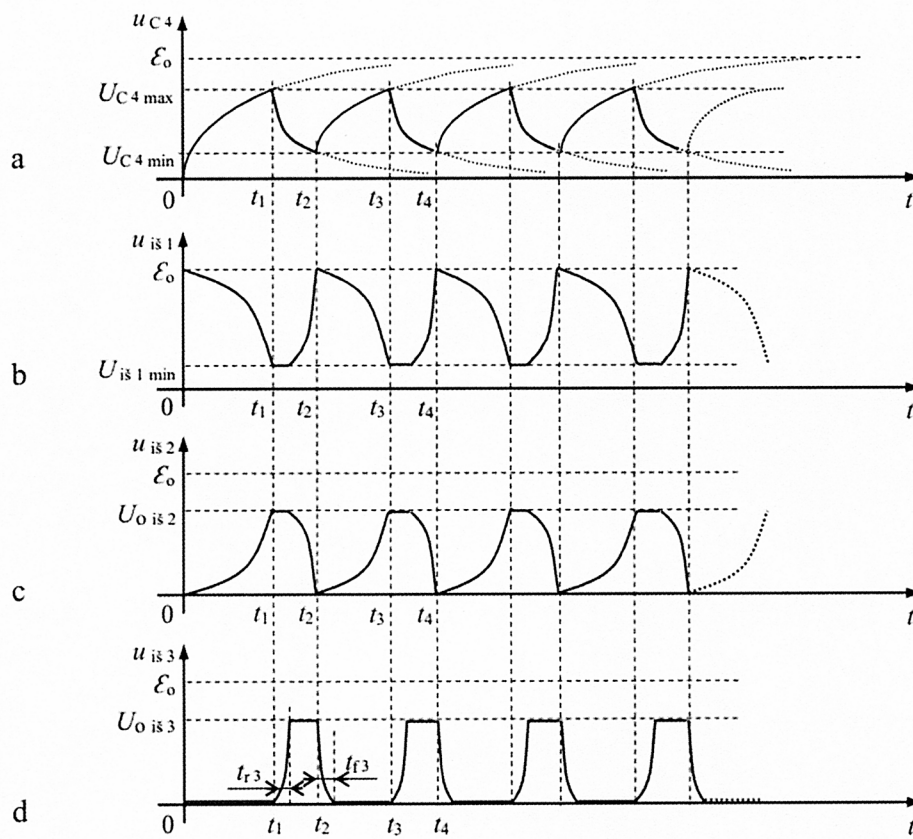


Fig. 23