



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY

A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 03 01 84
(21) PV 81-84

243 990

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.⁴

H 03 G 3/30

(40) Zveřejněno 17 09 85

(45) Vydáno 01 07 88

(75)

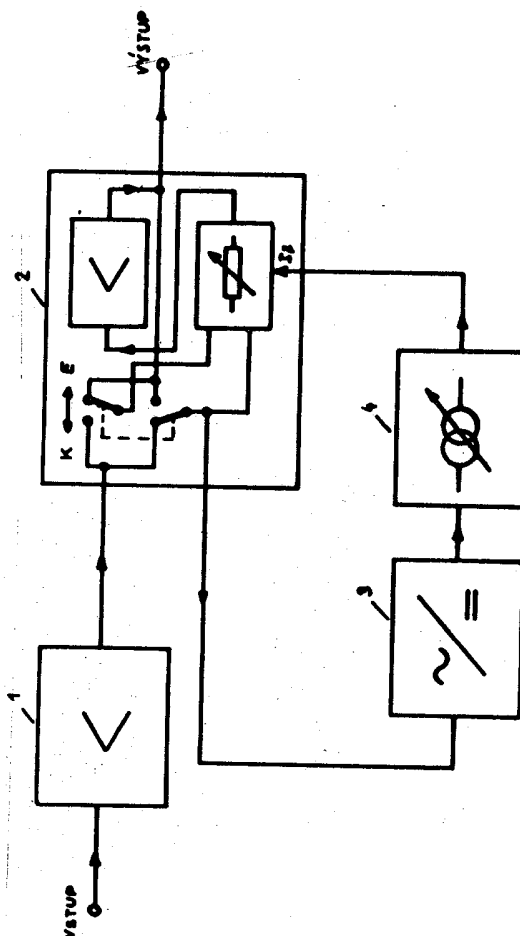
Autor vynálezu

KŮDELA TOMÁŠ, PRAHA

(54)

Lineární kompresor - expandér dynamiky
elektroakustických signálů

Jedná se o lineární kompresor-expandér dynamiky elektroakustických signálů s řízeným zesilovačem a usměrňovačem nízkofrekvenčních signálů. Je řešen problém lineární komprese a expanze elektroakustických signálů, při současném zjednodušení elektronických obvodů. Podstata lineárního kompresoru-expandéru spočívá v tom, že k usměrňovači je připojen převodník napětí- proud, přičemž na jeho výstup je připojen zdroj světla, jehož logaritmus světelného toku je přímo úměrný logaritmu napájecího proudu, přičemž fotoodpor, zapojený do zpětné vazby řízeného zesilovače, je umístěn proti světelnému toku zdroje světla. Zdrojem světla může být s výhodou světelná dioda.



243 990

Vynález se týká lineárního kompresoru - expandéru dynamiky elektroakustických signálů s řízeným zesilovačem a usměrňovačem nízkofrekvenčního signálu.

Podle dosavadního stavu techniky se k potlačování rušivých napětí /šumů/ signálů v elektroakustických řetězcích používají kompresory - expandéry dynamiky elektroakustických signálů, které na vhodném místě řetězce komprimují a na dalším vhodném místě expandují dynamiku signálu. Nezbytnou součástí kompresoru - expandéru dynamiky elektroakustického signálu /dále jen "kompandéru"/ je řízený zesilovač, jehož zesílení závisí na přiváděném řídicím napětí nebo proudu a jehož funkce spočívá v tom, že spolu s pomocnými obvody, mění zesílení signálu tak, aby docházelo ke kompresi nebo expanzi dynamiky signálu. Dosud známé kompandéry jsou vybaveny k převodu napětí nebo proudu na zisk řízeného zesilovače některým z následujících obvodů:

- a/ diodovým útlumovým článkem /např. v US Pat. 3 965 436/
- b/ diodovým můstkem
- c/ obvodem s tranzistory řízenými polem
- d/ obvodem s bipolárními tranzistory /např. v holandské PV 166 162/
- e/ můstkem z bipolárních tranzistorů p-n-p a n-p-n.

Kompandéry mají v zásadě pracovat tak, aby záznam komprimovaný na jednom zařízení mohl být reprodukován s expanzí na jiném zařízení, aniž by se musela současně přenášet i zvláštní informace o míře komprese. Toho se dosahuje tzv. linearitou komprese a expanze dynamiky. Znamená to, že kompandéř musí zaručit, aby míra komprese i expanze byla v celém rozsahu dynamiky signálu stejná. Dynamika signálu je ovšem vyjadřována obvyklým způsobem logaritmicky. Podle dosavadního stavu se linearity dosahuje kaskádou naprosto shodných řízených zesilovačů /dle tzv. Burwenovy myšlen-

ky/ nebo speciálními elektronickými obvody, které vhodně kompenzují charakteristiky použitých obvodů k převodu napětí na zisk řízeného zesilovače. Kompandéry dle dosavadního stavu techniky mají nevýhodu v tom, že převod napětí, resp. proudu na zisk jejich řízeného zesilovače se v nich uskutečňuje pomocí prvků, popříp. obvodů s nelineárními voltampérovými charakteristikami, což vede ke zkreslení zpracovávaného signálu, a to zejména při vysokých napěťových úrovních, okolo 1 V a výše. Proto kompandéry, obsahující obvody dle bodů a - e/ výše uvedených, zpracovávají signály na nízkých napěťových úrovních, tj. okolo 10 mV a musí signály po kompresi nebo expanzi zesilovat, a tím do již zpracovaného, tj. šumu zbaveného signálu, vnášejí dodatečně vlastní šum. Jinak též dosud známé kompandéry musí pro dosažení linearity ve smyslu výše řečeného obsahovat kaskádu dvou nebo více řízených zesilovačů nebo zvláštní obvody na kompenzaci nelinearity prvků, ovládajících zisk řízeného zesilovače. Další nevýhodou dosud známých kompandérů je skutečnost, že do jejich obvodů, uvedených výše pod body a - e/, je nutno používat přísně vybrané, naprosto shodné polovodičové prvky, popříp. zavést speciální kompenzační obvody na kompenzaci odchylek charakteristik použitých polovodičových prvků, protože jinak dochází snadno k rozkmitání celého systému pro kompresi dynamiky signálu. Výstupní impedance obvodů dle bodů a - e/ je totiž galvanicky spojena s řídicím vstupem, takže řídicí napětí nebo jeho část proniká na další obvody a způsobuje posun stejnosměrného napětí na výstupu celého řízeného zesilovače. Tento posun stejnosměrného napětí se superponuje na zpracováváný signál, který je pak příslušnými obvody kompandéru chybně vyhodnocován, což vede k řečenému rozkmitání systému.

Uvedené nedostatky odstraňuje lineární kompresor - expandér podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že k usměrňovači je připojen převodník napětí - proud, přičemž na jeho výstup je připojen zdroj světla, jehož logaritmus světelného toku je přímo úměrný logaritmu napájecího proudu, přičemž fotoodpor, zapojený do zpětné vazby řízeného zesilovače, je umístěn proti světelnému toku zdroje světla.

Vyšší účinek vynálezu se projevuje v mnoha směrech. Volt-ampérová charakteristika prvku, řídicího zisk řízeného zesilovače, totiž fotoodporu, je přímková. Odpadá proto důvod pro zkrácení zpracovávaného elektroakustického signálu, zejména při vyšších napěťových úrovních /okolo 1 V/. Lze zpracovávat elektroakustické signály na vysokých napěťových úrovních /řádově 1 V/, takže se signály po kompresi nebo expanzi nemusí napěťově zesilovat a nedochází ke zhoršení kvality signálu vlastním šumem napěťového zesilovače. Lze tak dosáhnout jednoduchým způsobem odstupu rušivých napětí od zpracovávaného signálu až 100 dB. Další výhodou je, že se dosahuje lineární komprese i expanze v celém rozsahu dynamiky signálu pouze s jediným řízeným zesilovačem, lze se obejít bez kaskády dle Burwenovy myšlenky, bez obvodů na kompenzaci nelinearity prvků ovládajících zisk řízeného zesilovače. Převod řídicího napětí na odpor fotoodporu cestou převodu na proud a na světelný tok světelného zdroje s lineární závislostí logaritmu světelného toku na logaritmus proudu je totiž sám dostatečně lineární /ve smyslu logaritmického vyjadřování dynamiky signálu/. Výhodou vynálezu také je, že do obvodů, sloužících k převodu řídicího napětí na zisk řízeného zesilovače komandéru není nutno vybírat přísně shodné polovodičové prvky. Výstup a vstup optočlenu nejsou galvanicky spojeny, takže stejnosměrná složka řídicího napětí neproniká do řízeného zesilovače komandéru a nezpůsobuje tedy na výstupu řízeného zesilovače posun stejnosměrného napětí, což by mělo za následek rozkmitání systému pro kompresi dynamiky. Konečně lineární kompresor-expandér podle vynálezu je konstrukčně jednodušší než dosud známé komandéry a je tudíž i ekonomicky výhodnější.

Na přiložených výkresech je na obr. 1 blokové schema lineárního kompresoru-expandéru podle vynálezu a na obr. 2 je znázorněno jeho podrobné konkrétní uspořádání. Na obr. 1 vstup komandéru je oddělen vstupním zesilovačem 1. Výstup vstupního zesilovače je připojen na vstup řízeného zesilovače 2. Výstup komandéru je vyveden z výstupu řízeného zesilovače 2. K řízenému zesilovači je připojen usměrňovač nízkofrekvenčního signálu 3, jehož výstup je spojen se vstupem převodníku napětí-proud 4.

Výstup převodníku napětí-proud 4 je připojen na řídicí vstup řízeného zesilovače 2. Na obr. 2 vstup komandéru je připojen přes vazební kondenzátor 42 na 1. bázi dvojitého tranzistoru 40. Do báze současně je připojen také předpětový odpor 44. Kolektor tranzistoru 40 je připojen přes pracovní odpor 46 ke kladnému napájecímu napětí a zároveň je připojen na bázi tranzistoru 41. Mezi bází a kolektorem tranzistoru 41 je zapojen kompenzační kondenzátor 43. Kolektor tranzistoru 41 je přes pracovní odpor 47 připojen k zápornému napájecímu napětí. Ke kolektoru tranzistoru 41 je připojena 2. báze dvojitého tranzistoru 40, a dále vazební kondenzátor 22. Emitory tranzistoru 40 jsou spojeny a mají společný zpětnovazební odpor 45. Kondenzátor 22 je připojen k vybíjecímu odporu 19 a přepínači komprese-expanze 48. K přepínači je připojena zpětnovazební větev skládající se z odporů 16, 14, 17, jejíž střed je přes vazební kondenzátor 25 připojen na 1. bázi dvojitého tranzistoru 6. Do 1. báze tranzistoru 6 je připojen ještě předpětový odpor 18. Tranzistorové dvojice 6, 5 jsou zapojeny jako Darlingtonovy zesilovače v diferenciálním zapojení. Mají společný zpětnovazební odpor 9. Druhé tranzistory z tranzistorových dvojic 5, 6 mají jako kolektorovou zátěž odpor 10 a bázi tranzistoru 7, který má mezi bází a kolektor připojen kompenzační kondenzátor 13. Tranzistor 7 má v kolektoru zapojen pracovní odpor 11, ke kterému je připojena báze tranzistoru 8 zapojeného jako emitorový sledovač. Výstup komandéru je připojen k vybíjecímu odporu 21 a přes vazební kondenzátor 24 je připojen k emitorovému odporu 12 tranzistoru 8. Emitor tranzistoru 8 je dále připojen k předpětovému odporu 18 a k vazebnímu kondenzátoru 23. Vazební kondenzátor 23 je připojen k vybíjecímu odporu 20 a přepínači 48. Od přepínače 48 vedou sériově spojené vazební kondenzátory 33, 34, kde kterým jsou sériově zapojeny zpětnovazební odpory 36, 37 určující zesílení usměrňovače nízkofrekvenčního signálu 3. K odporu 37 je připojen invertující vstup operačního zesilovače 29. Na jeho výstup je připojen usměrňovací člen složený z diod 30, 31, kompenzačního kondenzátoru 32 a odporu 38 určujícího zápornou zpětnou vazbu a doběhovou časovou konstantu. Výstup usměrňovacího členu vede přes odpor 39 určující naběhovou časovou konstantu na integrační kondenzátor 35.

Odpor 39 vede dále na neinvertující vstup operačního zesilovače 27, jehož výstup je proudově přizpůsoben tranzistorem 26. Emitor tranzistoru 26 vede na světelnou diodu 15 a přes ní na invertující vstup operačního zesilovače 27 a zpětnovazební odpor 28.

Konkrétní provedení vynálezu: Komandér sestává ze vstupního zesilovače 1, dále z řízeného zesilovače 2, usměrňovače nízkofrekvenčního signálu 3 a převodníku napětí na proud 4. Řízený zesilovač 2 obsahuje operační zesilovač, který je v tomto příkladu sestaven z diskretních součástek za účelem dosažení velmi rychlého přeběhu /alespoň 30 V na uS/ a velkého vstupního odporu /alespoň 200 M /. Jsou tu tranzistorové dvojice 5, 6 /KC 809/, tranzistor 7 /BC 179/, tranzistor 8 /KC 509/, odpory 9 /12 k /, 10 /100 k /, 11 /22 k /, 12 /2,2 k /, keramický kondenzátor 13 /2,2 pF/. Řízený zesilovač 2 dále obsahuje větev zpětné vazby, která řídí zesílení operačního zesilovače a v níž je zařazen fotoodpor 14 /např. WK 650 65/, osvětlovaný světelnou diodou 15 /např. LQ 1133/. Světelná dioda 15 a fotoodpor 14 jsou s výhodou umístěny ve společném světlotěsném bloku. Dále jsou součástí zpětné vazby řízeného zesilovače odpory 16 /2,2 M / a 17 /15 k /. Zpětnovazební odpor 18 /6,8 M / přivádí stejnosměrnou složku z výstupu operačního zesilovače na jeho invertující vstup. Odpory 19 /100 k /, 20 /100 k / a 21 /100 k / slouží jako nabíjecí odpory vazebních kondenzátorů 22 /5 uF/, 23 /5 uF/, 24 /20 uF/, 25 /22 nF/. Světelná dioda 15 je napájena proudem z převodníku napětí na proud 4, který sestává z tranzistoru 26 /KF 507/, operačního zesilovače 27 /MAA 741/ a odporu 28 /56 /. Usměrňovač nízkofrekvenčního signálu 3 sestává z operačního zesilovače 29 /MAA 741/, usměrňovacích diod 30, 31 /KA 501/, keramického kondenzátoru 32 /120 pF/, elektrolytických kondenzátorů 33, 34 /po 20 uF/ a 35 /1 uF/. Kondenzátor 35 určuje časovou konstantu komprese i expanze a současně filtruje usměrněné nf napětí. V usměrňovací 3 jsou odpory 36 /1,2 k /, 37 /odporový trimr 6,8 k /, 38 /12 k /, 39 /1,5 k /. Vstupní zesilovač 1 obsahuje dvojitý tranzistor 40 /KC 809/ a tranzistor 41 /BC 179/, vazební kondenzátor 42 /5 uF/, keramický kondenzátor 43 /2,2 pF/,

odpory 44 /100 k /, 45 /12 k /, 46 /100 k /, 47 /2,2 k /.

Dvojitý přepínač 48 přepíná funkci komandéru na kompresi /poloha K/ nebo expanzi /poloha E/. Komandér dle obr. 1 funguje při kompresi signálu principiálně tak, že elektroakustický signál je přiveden na vstupní zesilovač 1, kde je proudově zesílen /zesilovač 1 jinak funguje jako impedanční přizpůsobení vstupu/, dále je signál přiveden do řízeného zesilovače 2, kde se napětově zesílí, přičemž toto zesílení je tím větší, čím větší je hodnota odporu fotoodporu 14. Za řízeným zesilovačem 2 se signál větví jednak na výstup komandéru, jednak do usměrňovače 3. Zde se signál přemění na řídicí napětí usměrněním a vyhlazením. Řídicí napětí se v převodníku 4 přemění na řídicí proud, který napájí diodu 15. Ke kompresi dynamiky signálu dojde tak, že fotoodpor 14 zmenšuje zesílení signálu řízeným zesilovačem tím více, čím má signál na výstupu řízeného zesilovače vyšší napětovou úroveň a čím je tedy vyšší řídicí proud a světelný tok diody 15. Závislost světelného toku diody na proudu, stejně jako závislost odporu fotoodporu na osvětlení je lineární v logaritmických souřadnicích. Proto je signál ze řízeného zesilovače zpracován na hodnotu odporu fotoodporu a tím na zisk řízeného zesilovače v celém rozsahu napěťových úrovní lineárně /ve smyslu logaritmického vyjadřování dynamiky signálu, obvyklého v elektroakustice/. Při zapojení na expanzi funguje komandér následovně: Přepínač 48 je v poloze E. Signál z výstupu vstupního zesilovače 1 je v tomto případě přiveden na vstup řízeného zesilovače 2 a zároveň je odvětven do usměrňovače 3. Ve zpětné vazbě řízeného zesilovače 2 jsou nyní odpory 17 a 14 zapojeny tak, že zesílení řízeného zesilovače je tím větší, čímž menší je hodnota odporu fotoodporu. V tom tkví rozdíl proti funkci zařízení při zapojení na kompresi. K expanzi signálu dochází tak, že fotoodpor 14 zvyšuje zesílení signálu řízeným zesilovačem tím více, čím má signál na výstupu vstupního zesilovače vyšší napětovou úroveň a čím je vyšší i řídicí proud a světelný tok světelné diody 15. Komandér se může s výhodou doplnit o další pomocné obvody, jako je horní a dolní propust, které mají za účel odfiltrovat neslyšitelné vysoké, resp. nízké kmitočty, jež není magnetofonový záznam schopen zachytit a přenést. Při expanzi by potom nemohl vzniknout přesně inverzní obraz komprimovaného signálu.

Lineární kompresor-expandér podle vynálezu lze použít k pořizování komprimovaných nahrávek na vhodném záznamovém zařízení, např. magnetofonu nebo na gramofonovou desku a k přehrávání takových nahrávek, čímž se dosáhne úplného potlačení šumu, vzniklého v nahrávacím zařízení. Dále se může použít jenom jako expandér k přehrávání nekomprimovaných nahrávek, čímž dojde ke zlepšení dynamického rozsahu reprodukované nahrávky a rovněž k potlačení šumu. Další možné použití je při bezdrátovém přenosu /radiovém vysílání/ k odstranění šumu celého vysílacího přenosového řetězce, a to za předpokladu, že vysílaný signál je komprimován ještě před modulací a expandován v přijímacím aparátu.

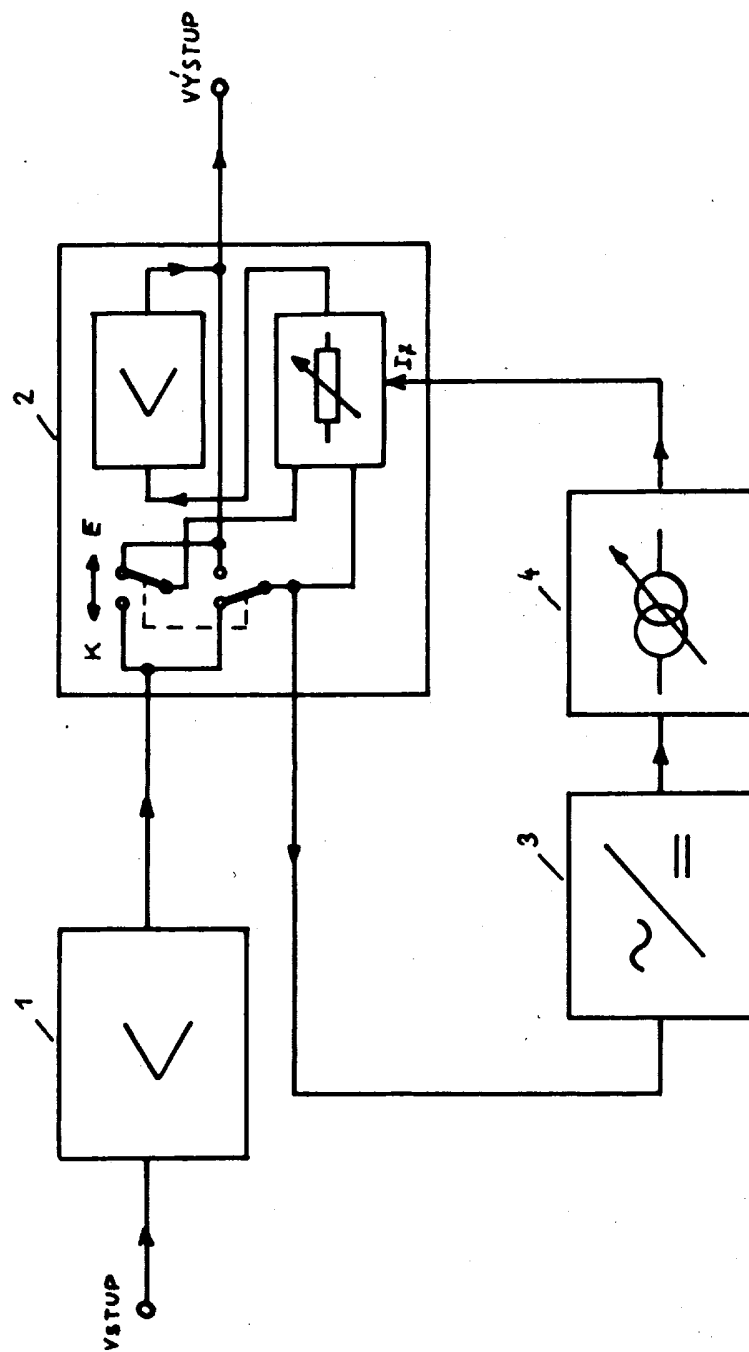
P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Lineární kompresor

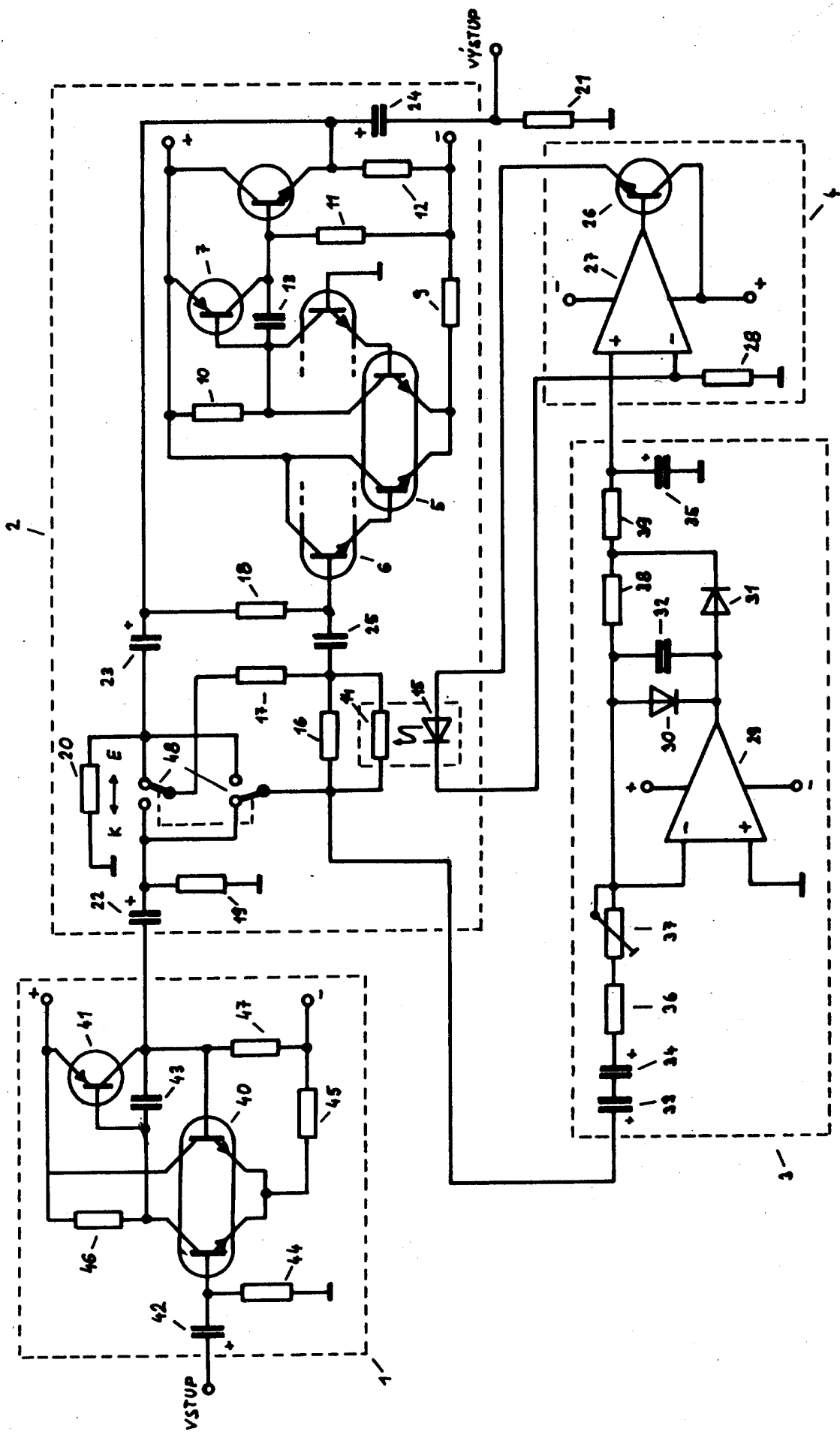
-expandér dynamiky elektroakustických signálů s řízeným zesilovačem a usměrňovačem nízkofrekvenčního signálu, vyznačený tím, že k usměrňovači /3/ je připojen převodník napětí-proud /4/, přičemž na jeho výstup je připojen zdroj světla /15/, jehož logaritmus světelného toku je přímo úměrný logaritmu napájecího proudu, přičemž fotoodpor /14/, zapojený do zpětné vazby řízeného zesilovače /2/, je umístěn proti světelnému toku zdroje světla /15/.

2. Kompresor-expandér podle bodu 1, vyznačený tím, že zdrojem světla /15/ je svýhodou světelná dioda.

2 výkresy



Obr. 1



Obr. 2