



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

252565

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.⁴

H 03 F 3/04

(22) Přihlášeno 17 06 85
(21) PV 4415-85

(40) Zveřejněno 12 02 87

(45) Vydáno 15 03 88

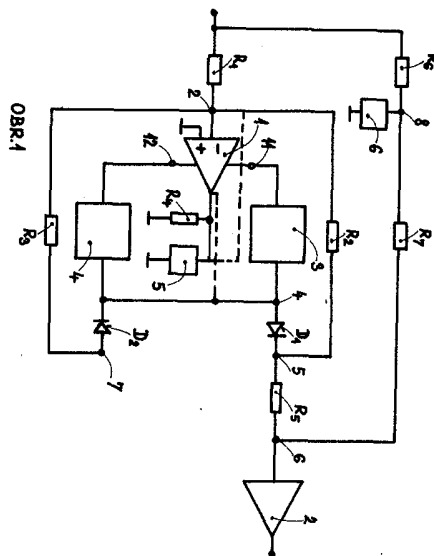
(75)

Autor vynálezu

NEUMANN PŘEMEK doc. ing. CSc., PRAHA

(54) Zapojení zesilovače absolutní hodnoty

Zesilovač sestává ze zpětnovazební sítě zesilovače absolutní hodnoty, složené z operačního zesilovače, sčítacího zesilovače, dvou proti sobě zapojených diod a příslušných odporů. Pro zvětšení rychlosti odezvy obvodu jsou mezi operační zesilovač a první a druhou diodu vřazeny dva obraceče proudu tak, že jsou buzeny z napájecích svorek operačního zesilovače. Výstup operačního zesilovače je zatížen odporem, k němuž lze připojit první kompenzační člen, jenž je buď uzemněn, nebo připojen k invertujícímu vstupu operačního zesilovače. Na vstup sčítacího zesilovače lze připojit odpor, který je druhým koncem připojen k odporu zpětnovazební sítě, spojenému se vstupem zesilovače. Ke společnému bodu těchto odporů lze pak připojit druhý kompenzační obvod k vyrovnání rychlostí obou přenosových větví. Zapojení řeší problémy rychlosti, citlivosti a stability zesilovačů absolutní hodnoty a měřicích usměrňovačů s operačními zesilovači.



Vynález se týká zesilovače absolutní hodnoty, řešící problémy rychlosti, citlivosti a stability těchto zesilovačů a měřicích usměrňovačů s operačními zesilovači.

Pro měření střídavých napětí a proudů se stále častěji používají operační usměrňovače nebo zesilovače absolutní hodnoty s operačními zesilovači. Běžně používané obvody však vyhovují jen pro měření při technických kmitočtech. Při kmitočtech nad 1 kHz jejich přesnost a citlivost klesá pro značnou setrvačnost operačních zesilovačů.

Je známo, že rychlosti i citlivost těchto obvodů lze zvětšit připojením pomocného rychlého zesilovače mezi výstup operačního zesilovače a omezovací diody. Tím se však značně zkomplikují podmínky stability zpětnovazební sítě, takže vytvořené obvody zpravidla parazitně kmitají. Parazitní kmitý se dají odstranit jen podstatným zmenšením horního mezního kmitočtu operačního zesilovače, takže získaný urychlovací efekt je jen poměrně malý. Pro taková zapojení lze používat jen operační zesilovače s vývody pro připojení vnějších kompenzačních obvodů.

Pomocné rychlé zesilovače jsou obvykle složité, musí obsahovat řadu součástí pro teplotní i kmitočtové kompenzace, takže nastavování pomocných obvodů je nejen nákladné, ale též pracné a zdoluhavé.

Jsou známy zesilovače absolutní hodnoty, kde ve funkci pomocného rychlého zesilovače jsou použity obraceče proudu, spojené s napájecími svorkami operačního zesilovače.

Všechny dosud známé zesilovače absolutní hodnoty mají dvě nestejně rychlé cesty přenosu signálu, což má zásadní vliv na deformaci výstupního signálu při změně polarit signálu na vstupu. To má za následek, že zvláště při vyšších kmitočtech neodpovídá výstupní průběh absolutní hodnotě průběhu vstupního.

Výše uvedené nevýhody jsou odstraněny v zapojení podle vynálezu. Zesilovač sestává z operačního zesilovače a sčítacího zesilovače. Na invertující vstup operačního zesilovače je připojen jeden konec prvního odporu, jehož druhý konec je vstupem celého zesilovače a je připojen přes šestý odpor na vstup sčítacího zesilovače. Na tento vstup sčítacího zesilovače je též přes pátý odpor připojena katoda resp. anoda první diody, jejíž anoda resp. katoda je spojena s katodou resp. anodou druhé diody.

Anoda resp. katoda druhé diody je přes třetí odpor spojena s invertujícím vstupem operačního zesilovače, na jehož výstupu je zapojen zatěžovací odpor. Mezi anodu resp. katodu, první diodu a první napájecí svorku operačního zesilovače je zapojen první obraceč proudu a mezi katodu resp. anodu druhé diody a druhou napájecí svorku operačního zesilovače je připojen druhý obraceč proudu.

Podstatou vynálezu je, že mezi výstup operačního zesilovače a zem nebo jeho invertující vstup je připojen první kompenzační člen pro zrychlení odezvy operačního zesilovače a/nebo na invertující vstup operačního zesilovače je připojen vstup emitorového sledovače, jehož výstup je spojen přes první kondenzátor s první napájecí svorkou operačního zesilovače a přes druhý kondenzátor a jeho druhou napájecí svorku a/nebo mezi šestý odpor a vstup sčítacího zesilovače je připojen sedmý odpor a k jeho společnému bodu se šestým odporem je zapojen druhý kompenzační člen, jehož druhý konec je uzemněn.

Výhodou tohoto zapojení je, že zátěž operačního zesilovače lze zvolit tak, aby se podstatně zlepšil průběh fázové charakteristiky zpětnovazební smyčky zařazením prvního kompenzačního členu při zachování maximální možné rychlosti odezvy. Pro zajištění největších rychlostí odezvy toto zapojení umožňuje přemostit operační zesilovač tranzistorovým, např. i FET-ovým, sledovačem napětí. Tím lze zajistit stabilní provoz zesilovače i při dosažení mezního kmitočtu nad 1 MHz. Výstupní průběh lze podstatně zlepšit zařazením druhého kompenzačního členu do rychlejší přenosové větve.

Na přiložených výkresech jsou uvedeny příklady zapojení zesilovače absolutní hodnoty podle vynálezu. Na obr. 1 je schematicky uvedeno zapojení celého zesilovače s oběma kompenzačními členy a na obr. 2 je uvedena alternativa zapojení kmitočtové kompenzace se sledováním.

Schéma na obr. 1 má obvyklou zpětnovazební síť zesilovače absolutní hodnoty. Tato zpětnovazební síť je tvořena operačním zesilovačem 1, na jehož invertující vstup je připojen jeden konec prvního odporu R_1 , který je druhým koncem spojen se vstupem zesilovače. Dále je na invertující vstup operačního zesilovače 1 připojen jeden konec druhého odporu R_2 , jehož druhý konec je připojen v tomto případě na katodu první diody D_1 .

Katoda první diody D_1 je přes pátý odpor R_5 připojena na vstup sčítacího obvodu 2, který je zároveň přes šestý odpor R_6 připojen na vstup zesilovače a tedy vlastně na druhý konec prvního odporu R_1 . S invertujícím vstupem je spojen i jeden konec třetího odporu R_3 , jehož druhý konec je připojen v tomto případě na anodu druhé diody D_2 . Anoda první diody D_1 a katoda druhé diody D_2 jsou spojeny a v klasickém případě připojeny na výstup operačního zesilovače 1.

Při zapojení zesilovače podle vynálezu je však mezi anodu první diody D_1 a první napájecí svorku 11 operačního zesilovače 1 připojen první obraceč proudu 3. Druhý obraceč proudu 4 je pak připojen mezi druhou napájecí svorku 12 operačního zesilovače 1 a katodu druhé diody D_2 . Na výstup operačního zesilovače 1 je připojen zatěžovací odpor R_4 , který je uzemněn, k němuž je paralelně připojen první kompenzační člen 5, který může být buď uzemněn, nebo připojen na invertující vstup operačního zesilovače 1. Mezi vstup sčítacího zesilovače a šestý odpor R_6 je zapojen sedmý odpor R_7 a ke společnému bodu šestého odporu R_6 a sedmého odporu R_7 je připojen druhý kompenzační člen 6, který je uzemněn.

V nejjednodušším případě jsou první i druhý kompenzační člen 5, 6 tvořeny kondenzátory.

První dioda D_1 a druhá dioda D_2 mohou být orientovány též opačně; vždy jsou ale zapojeny proti sobě.

Zesilovač pracuje následujícím způsobem:

Přichází-li na jeho vstup záporné napětí, je toto napětí maximálně zesíleno operačním zesilovačem 1 a po průchodu prvním obracečem proudu 3 a druhým obracečem proudu 4 je na jejich výstupech obrácena jeho polarita. Na anodě první diody D_1 je tedy kladné napětí, takže se tato první dioda D_1 otevře a přenáší signál jednak přes druhý odpor R_2 zpět na invertující vstup operačního zesilovače 1, a to o amplitudě odpovídající poměru druhého odporu R_2 a prvního odporu R_1 a jednak přes pátý odpor R_5 na vstup sčítacího zesilovače 2.

Signál na vstupu sčítacího zesilovače 2 se sčítá se signálem, který je sem přímo přenášen přes šestý odpor R_6 a sedmý odpor R_7 . Na katodě druhé diody D_2 je též kladné napětí, takže tato druhá dioda D_2 zůstává uzavřená.

Přichází-li na vstup zesilovače absolutní hodnoty kladné napětí, je opět toto napětí maximálně zesíleno operačním zesilovačem 1 ve spojení s prvním a druhým obracečem proudu 3, 4, které zároveň obrací jeho polaritu a na výstupech se objevuje záporné napětí. To má za následek, že první dioda D_1 zůstává uzavřena a druhá dioda D_2 se otevře.

Třetí odpor R_3 zprostředkuje zápornou vazbu, která udržuje na invertujícím vstupu operačního zesilovače 1 téměř nulové napětí. V tomto případě se přenáší signál ze vstupu zesilovače absolutní hodnoty na vstup sčítacího zesilovače 2 pouze přes šestý a sedmý odpor R_6 , R_7 .

Pro zvýšení stability zpětnovazební smyčky a pro zvětšení rychlosti odezvy operačního zesilovače 1 je na jeho výstup zařazen první kompenzační člen 5, který je buď uzemněn, nebo,

jak je naznačeno čárkovaně, připojen na invertující vstup operačního zesilovače. V nejjednodušším případě je první kompenzační člen tvořen kondenzátorem.

I když zařazením prvního kompenzačního členu 5 dochází ke zvětšení rychlosti odezvy, přesto je tato odezva na vstupu sčítacího zesilovače 2 opožděna oproti signálu, přicházejícímu na vstup sčítacího zesilovače 2 přes šestý a sedmý odpor R_6 , R_7 .

Aby k tomuto časovému posunutí mezi dvěma signály nedocházelo, je ke společnému uzlu šestého odporu R_6 a sedmého odporu R_7 připojen druhý kompenzační člen 6, v nejjednodušším případě opět kondenzátor. Tento druhý kompenzační člen 6 vlastně zpožďuje signál, přicházející ze vstupu zesilovače absolutní hodnoty přes šestý odpor R_6 .

Funkci prvního kompenzačního členu 5 lze nahradit emitorovým sledovačem 7, obr. 2. Toto zapojení má nejrychlejší odezvu. Vstup emitorového sledovače 7 je připojen na invertující vstup operačního zesilovače 1 a výstup je spojen jednak přes první kondenzátor C_1 s první napájecí svorkou 11 operačního zesilovače 1 a jednak přes druhý kondenzátor C_2 s druhou napájecí svorkou 12 operačního zesilovače 1.

V důsledku zařazení tohoto emitorového sledovače 7 dochází k přemostění operačního zesilovače 1 v oblasti velmi vysokých kmitočtů a tím se zabrání jeho rozkmitání vlivem nadměrného fázového posuvu samotného operačního zesilovače 1.

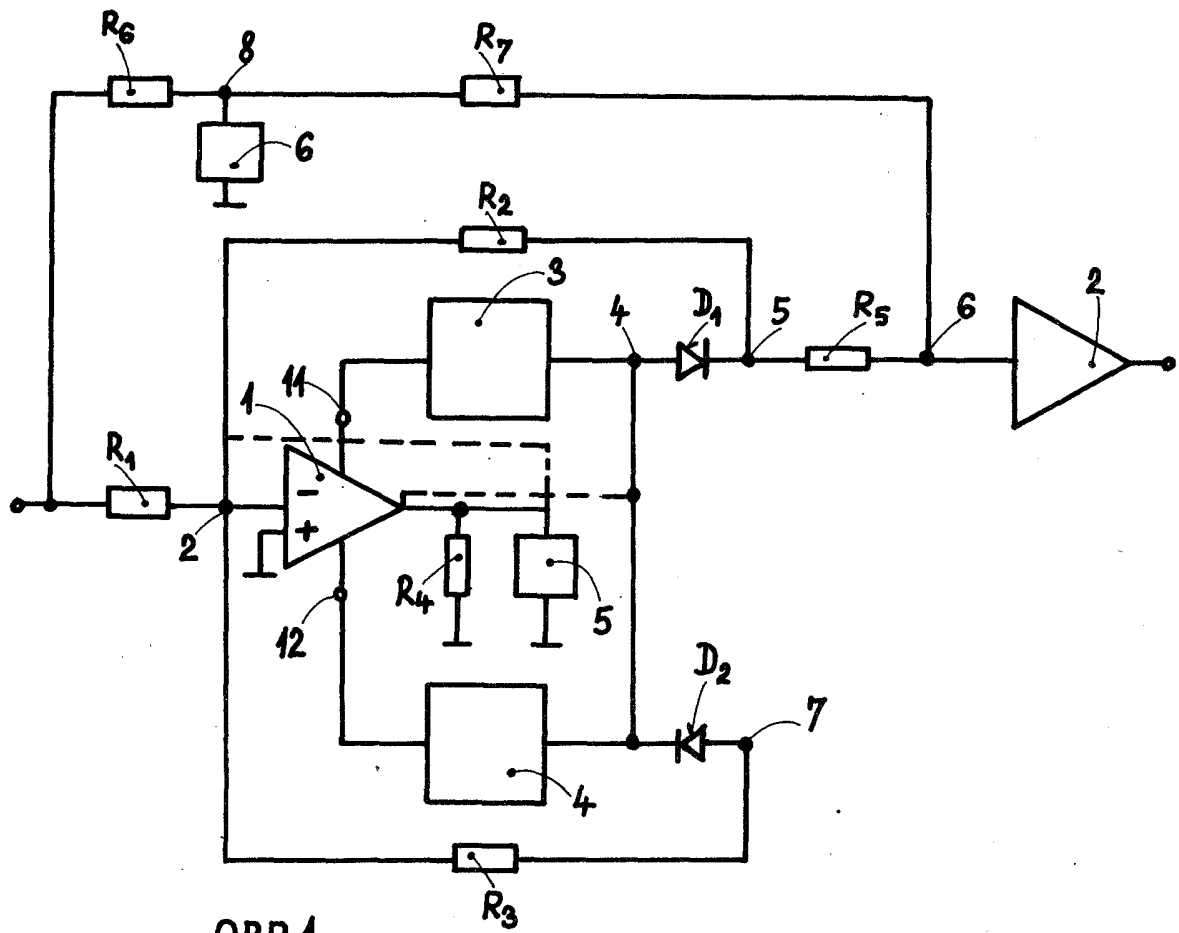
První a druhý kondenzátor C_1 , C_2 slouží ke stejnosměrnému oddělení výstupu emitorového sledovače 7 od prvního a druhého oběhového proudu 3, 4.

Podle použití zesilovače absolutní hodnoty lze použít první kompenzační člen 5 a/nebo druhý kompenzační člen 6 a/nebo alternativu kompenzace s emitorovým sledovačem 7.

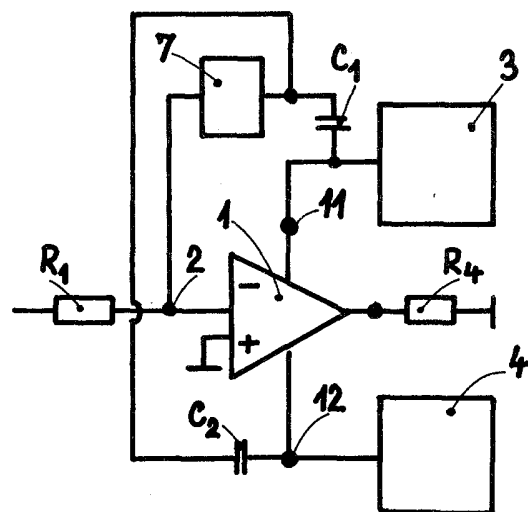
Zesilovače absolutní hodnoty podle vynálezu lze konstruovat z diskretních součástí, jako hybridní, případně i monoliticky integrované. Obvody z diskretních součástí budou rychlejší, hybridně integrované zase výrobně nejehospodárnější.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

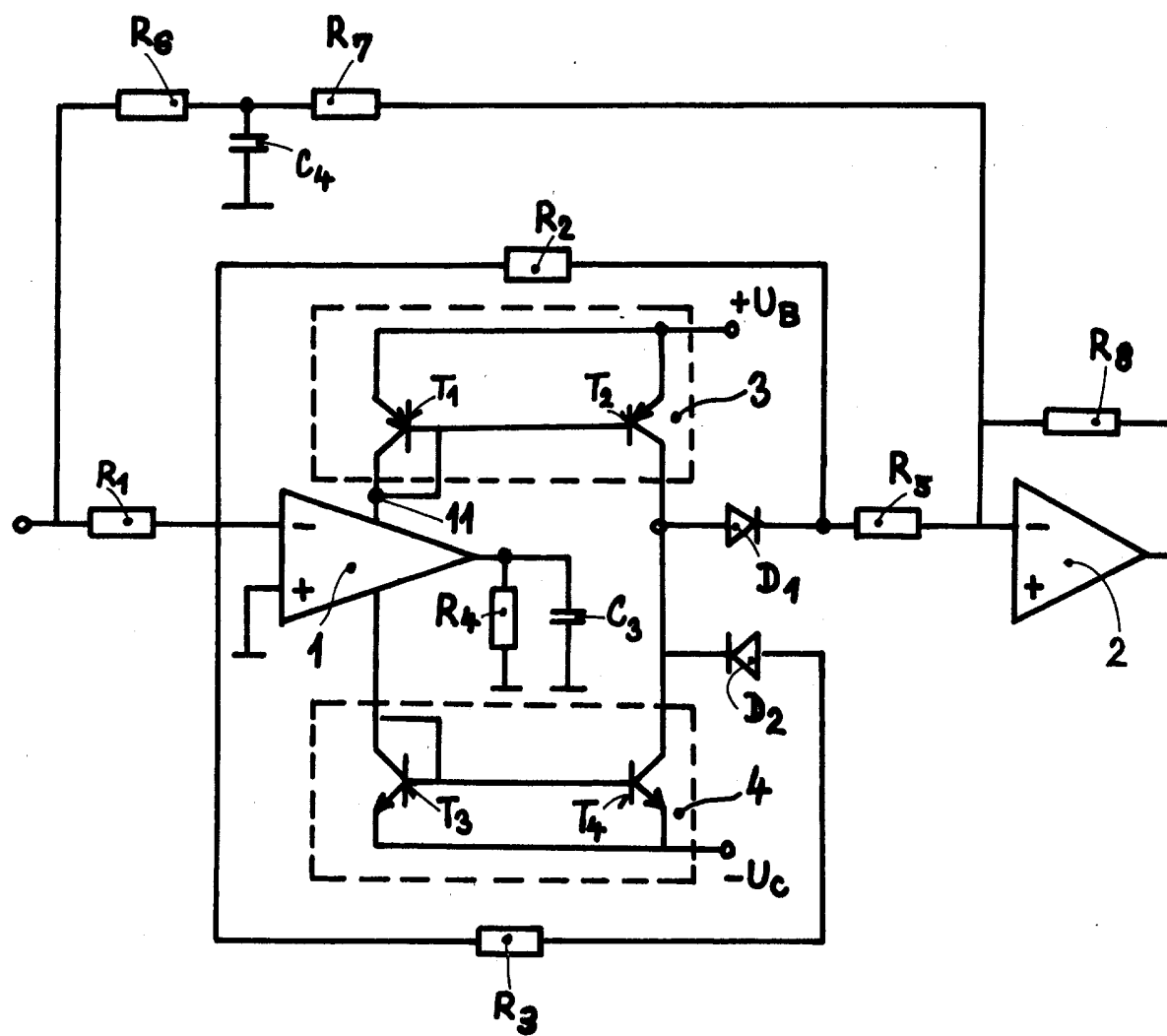
Zapojení zesilovače absolutní hodnoty, sestávající z operačního zesilovače a sčítacího zesilovače, kde na invertující vstup operačního zesilovače je připojen jeden konec prvního odporu, jehož druhý konec je vstupem celého zesilovače a je připojen přes šestý odpor na vstup sčítacího zesilovače, na který je připojena přes pátý odpor katoda resp. anoda první diody, jejíž anoda resp. katoda je spojena s katodou resp. anodou druhé diody, jejíž anoda resp. katoda je přes třetí odpor spojena s invertujícím vstupem operačního zesilovače, na jehož výstup je připojen zatěžovací odpor a mezi anodu resp. katodu první diody a první napájecí svorku operačního zesilovače je zapojen první oběhový proud a mezi katodu resp. anodu druhé diody a druhou napájecí svorku operačního zesilovače je připojen druhý oběhový proud, vyznačující se tím, že mezi výstup operačního zesilovače (1) a zem nebo mezi výstup operačního zesilovače (1) a jeho invertující vstup je připojen první kompenzační člen (5) a/nebo na invertující vstup operačního zesilovače (1) je připojen vstup emitorového sledovače (7), jehož výstup je spojen jednak přes první kondenzátor (C_1) s první napájecí svorkou (11) a jednak přes druhý kondenzátor (C_2) s druhou napájecí svorkou (12) operačního zesilovače (1) a/nebo mezi vstup sčítacího zesilovače (2) a šestý odpor (R_6) je připojen sedmý odpor (R_7) a ke společnému bodu šestého odporu (R_6) a sedmého odporu (R_7) je připojen druhý kompenzační člen (6), jehož druhý konec je uzemněn.



OBR.1



OBR.2



OBR.3