



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

195509

(11)

(B1)

/22/ Přihlášeno 09 08 77
/21/ /PV 5252-77/

(10) Zveřejněno 31 05 79

(45) Vydáno 15 05 82

(51) Int. Cl.³
H 03 F 1/30

(75)

Autor vynálezu

SÚCHOP ANTONÍN ing., BRNO a VOLNÝ MIROSLAV ing., BAŠKA

(54) Zapojení teplotně kompenzačního zesilovače

1

Vynález se týká zapojení teplotně kompenzačního zesilovače pro změnu velikosti zesílení zesilovače střídavého napětí v závislosti na změnách referenčního napětí tak, aby změna velikosti zesílení zesilovače byla nepřímou úměrnou změně velikosti referenčního napětí. Tím se dosahuje zesílení vstupního střídavého napětí zesilovače se současnou kompenzací jeho změn, způsobených kolísáním referenčního napětí, od kterého je vstupní napětí zesilovače odvozeno.

V současnosti se používá řada zapojení kompenzačních zesilovačů s různými principy kompenzace. Většina zapojení řeší kompenzaci na principu odečítání střídavého vstupního napětí s proporcionální částí referenčního napětí, úměrnou součinu výstupního napětí zesilovače a referenčního napětí. Napětí součinu se dosahuje pomocí různých typů elektronických násobiček, využívajících ke své činnosti různých druhů polovodičových prvků. K zabezpečení linearit a stability zesilovače musí obvody násobičky pracovat s vysokou linearitou, velkou teplotní stabilitou a musí obsahovat zařízení zabezpečující nulové výstupní napětí násobičky při nulové hodnotě zesilovaného napětí. Tato zařízení jsou značně složitá. Složitost zapojení zvyšuje četnost poruch a způsobuje, že se zvyšováním přesnosti a stability zařízení roste jeho cena.

Tyto nevýhody odstraňuje zapojení teplotně kompenzačního zesilovače podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že první svorka zdroje měření střídavé veličiny je přes první kondenzátor a první odpor současně s druhou svorkou zdroje referenčního

2

signálu přes druhý odpor připojena na neinvertující vstup operačního zesilovače, jehož výstup je přes druhý kondenzátor zapojen na výstupní svorku a současně přes třetí odpor na vstup integrátoru, na který je rovněž připojena přes čtvrtý odpor třetí svorka zdroje normálového signálu, přičemž výstup integrátoru je přes polem řízený tranzistor připojen na invertující vstup operačního zesilovače.

Podstatou činnosti je zapojení tranzistoru polem řízeného do obvodu zpětné vazby operačního zesilovače, který pracuje současně jako střídavý i stejnosměrný zesilovač. Zesilovač zesiluje užitečné střídavé napětí a současně usměrněné referenční napětí. Na výstupu zesilovače se zesílená napětí oddělují. Zesílené stejnosměrné referenční napětí se přivádí na vstup integrátoru, kde se porovnává nebo odečítá se stejnosměrným normálovým napětím.

Při kolísání referenčního napětí od normální hodnoty vzniká na vstupu integrátoru chybové napětí. Toto je integrátorem integrováno se změnou polaritě tak, že i velmi malé chybové napětí vyvolá na výstupu integrátoru s časem mnohonásobně větší napětí. Napětí z výstupu integrátoru je přivedeno na řídicí elektrodu tranzistoru polem řízeného a mění hodnotu odporu jeho kanálu. Tím se mění zesílení zesilovače tak, že změna zesílení působí proti změně velikosti zesilovaného referenčního napětí.

Velikost odporu kanálu tranzistoru se mění do té hodnoty, při které zesílené referenční napětí na výstupu zesilovače dosáhne

velikosti napětí normálového. Tehdy se ustálí výstupní napětí integrátoru na konstantní hodnotě. Zesilovač změnil své zesílení nepřímo úměrně ke změně referenčního napětí. Změna zesílení je stejná i pro zesílené užitečné napětí, které je tímto způsobem kompenzováno. Změny odporu kanálu tranzistoru polem řízeného, způsobené změnou teploty a stárnutím se kompenzují automaticky na stejném principu.

Uvedeným zapojením je možno odstranit složitou a drahou kompenzaci pomocí elektronických násobiček, podstatně zvýšit spolehlivost měřicích zesilovačů a zajistit požadovanou stabilitu nuly.

Na připojeném výkrese je schéma zapojení kompenzačního zesilovače. První svorka 14 zdroje měřené střídavé veličiny je přes první kondenzátor 9 a první odpor 4 současně s druhou svorkou 15 zdroje referenčního signálu přes druhý odpor 5 připojena na neinvertující vstup operačního zesilovače 1. Výstup operačního zesilovače 1 je přes druhý kondenzátor 10 zapojen na výstupní svorku 16 a současně přes třetí odpor 7 na vstup integrátoru 2. Na vstup integrátoru 2 je rovněž připojena přes čtvrtý odpor 8 třetí svorka 13 zdroje normálového signálu.

Výstup integrátoru 2 je přes polem řízený tranzistor 3 připojen na invertující vstup operačního zesilovače 1. Na první svorku 14 je přivedeno zesílené střídavé napětí U_a . Na druhou svorku 15 je přivedeno usměrněné referenční napětí U_r . Obě tato napětí jsou zesílena operačním zesilovačem 1 se zesílením A_u . Velikost zesílení je dána vztahem

$$A_u = \frac{\text{odpor } 6}{R_t} + 1,$$

kde R_t je odpor kanálu polem řízeného tranzistoru 3. Velikost zesílení A_u je stejná pro obě napětí na svorkách 14 a 15. Zesílené úměrné napětí se z výstupu operačního zesilovače 1 přivádí přes třetí odpor 7 na invertující vstup integrátoru 2, kde se odečítá s normálovým napětím U_n , což je stejnosměrné stabilizované napětí přivedené na třetí svorku 13 v opačné polaritě, než má referenční napětí na druhé svorce 15. Velikost napětí U_n je nastavena na hodnotu danou vztahem

$$U_n = U_{ro} \cdot A_{uo},$$

kde U_{ro} je normální velikost usměrněného referenčního napětí a A_{uo} je zesílení operačního zesilovače 1 při nulovém napětí na řídící elektrodě tranzistoru 3. Za předpokladu, že odpory 7 a 8 jsou stejné a na druhou svorku 15 je přivedeno referenční napětí velikostí U_{ro} , dochází na invertujícím vstupu integrátoru 2 k odečtení normálového napětí U_n a zesíleného napětí U_{ro} beze zbytku, na výstupu integrátoru bude nulové napětí.

Polem řízený tranzistor 3 nemění odpor kanálu, zesílení operačního zesilovače 1 bude mít velikost A_{uo} . Změní-li se velikost referenčního napětí na hodnotu U_r , kde $U_r = k \cdot U_{ro}$ a k je konstanta s velikostí $k \neq 1$, potom napětí na výstupu operačního zesilovače 1 bude mít v prvním okamžiku velikost $A_{uo} \cdot k \cdot U_{ro}$. Na vstupu integrátoru 2 vznikne chybové napětí ΔU , jehož velikost udává pro první okamžik vztah:

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Zapojení teplotně kompenzačního zesilovače střídavých signálů, vyznačené tím, že první svorka /14/ zdroje měřené střídavé

$$\Delta U = /k - 1/ \cdot A_{uo} \cdot U_{ro}.$$

Chybové napětí ΔU je integrováno integrátorem 2. Na jeho výstupu se vytváří integrované napětí U_t , které řídí velikost odporu R_t kanálu polem řízeného tranzistoru 3 v jeho řídící elektrodě. Velikost napětí U_t je dána vztahem:

$$U_t = \int \Delta U dt$$

Se změnou velikosti odporu kanálu polem řízeného tranzistoru 3 se současně mění zesílení operačního zesilovače 1. Změna zesílení A_u má opačný smysl než změna referenčního napětí U_r . Když se referenční napětí zvyšuje, zesílení se zmenšuje a opačně. Změna napětí U_t , odporu R_t a zesílení A_u probíhá do té doby, dokud je na vstupu integrátoru 2 chybové napětí ΔU , to znamená do okamžiku, kdy zesílené referenční napětí na výstupu operačního zesilovače 1 nedosáhne hodnoty U_n . V tomto okamžiku zanikne na vstupu integrátoru 2 chybové napětí ΔU a na výstupu integrátoru zůstane napětí U_t ustáleno na dosažené hodnotě. Velikost odporu R_t kanálu polem řízeného tranzistoru 3 a velikost zesílení A_u operačního zesilovače 1 zůstanou ustáleny na dosažené hodnotě. Potom platí:

$$A_u \cdot U_r = A_{uo} \cdot U_{ro}.$$

Úpravou a dosazením dostaneme vztah:

$$\frac{A_u}{A_{uo}} = \frac{U_{ro}}{U_r} = \frac{1}{k},$$

který dokazuje, že změna zesílení operačního zesilovače 1 je nepřímo úměrná změně velikosti referenčního napětí. Střídavé užitečné napětí přiváděné na první svorku 14 je zesilováno operačním zesilovačem 1 se stejnou velikostí zesílení A_u jako stejnosměrné referenční napětí U_r . Protože velikost zesílení A_u se mění nepřímo úměrně se změnami velikosti referenčního napětí, je zesílené střídavé napětí U_a na výstupní svorce 16 kompenzováno. Změna odporu R_t kanálu polem řízeného tranzistoru 3, způsobená změnami teploty a stárnutím, způsobující změnu zesílení A_u , má za následek vznik chybového napětí ΔU na vstupu integrátoru 2.

Napětí U_t na výstupu integrátoru nastává v řídící elektrodě polem řízeného tranzistoru 3 velikost odporu R_t jeho kanálu tak, že chybové napětí ΔU klesne na nulovou hodnotu a zesílení A_u dosáhne stejné velikosti, jakou měl zesilovač před teplotní změnou. Tím je uvedené zapojení teplotně autostabilní a není třeba brát změnu teploty a stárnutí polem řízeného tranzistoru 3 do úvahy.

Zapojení zesilovače se způsobem kompenzace podle vynálezu je určeno v první řadě pro měrné zesilovače v oblasti regulační techniky, kde je potřeba zesilovat napětí z čidel snímajících různé fyzikální veličiny, přitom jsou čidla napájena nestabilizovaným střídavým napětím nebo proudem, ze kterého se odvozuje referenční napětí. Dále je možno vynález využívat všude tam, kde je požadován zesilovač s regulovatelným zesílením a stabilitou nastaveného zesílení nezávisle na změnách teploty.

veličiny je přes první kondenzátor /9/ a první odpor /4/ současně se druhou svorkou /15/ zdroje referenčního signálu přes

druhý odpor /5/ připojena na neinvertující vstup operačního zesilovače /1/, jehož výstup je přes druhý kondenzátor /10/ zapojen na výstupní svorku /16/ a současně přes třetí odpor /7/ na vstup integrátoru /2/, na který je rovněž připojena přes čtvrtý

odpor /8/ třetí svorka zdroje /13/ normálního signálu, přičemž výstup integrátoru /2/ je přes polem řízený tranzistor /3/ připojen na invertující vstup operačního zesilovače /1/.

1 list výkresů

