



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

231876

(11) (B1)

/22/ Přihlášeno 28 04 83
/21/ /PV 2994-83/

(40) Zveřejněno 14 05 84
(45) Vydáno 15 12 86

(51) Int. Cl.³

H 03 F 1/00,
H 03 F 1/02

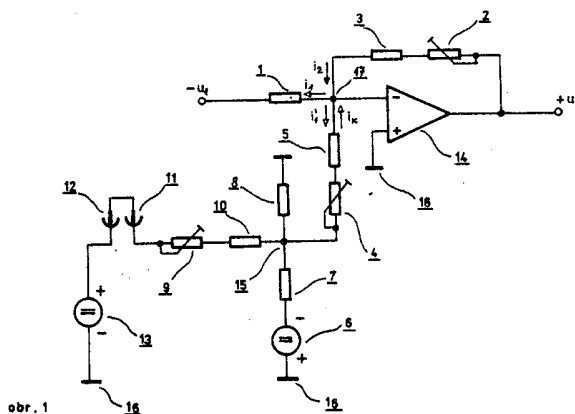
(75)

Autor vynálezu

NÁLEVKVA ZDENĚK ing., OSTRAVA

(54) Způsob provozního, nezávislého nastavení zesílení a posuvu výstupního napětí stejnosměrného zesilovače a zapojení k provádění tohoto nastavení

Vynález je z oboru zesilovačů signálu ze snímačů a převodníků fyzikálních veličin. Týká se způsobu provozního nezávislého nastavení výstupního napětí stejnosměrného zesilovače v mezních stavech vstupního napětí a zapojení k provádění tohoto nastavení. Podstata vynálezu spočívá v zavedení pomocného nulování na vstupu zesilovače, které umožní nezávislé nastavení výstupního napětí při maximálním vstupním napětí a nezávislý stejnosměrný posun výstupního napětí. Způsob nastavení a zapojení podle vynálezu lze využít u zesilovačů, u nichž je třeba přiřadit ke dvojici neznámých hodnot připojeného vstupního napětí dvojici známých hodnot výstupního napětí. Vynález je možné využít zejména při provozním nastavení zesilovačů pro snímače s posunutou fyzikální nulou měřené veličiny nad elektrickou nulou měřenosného napětí nebo proudu.



Vynález se týká způsobu provozního nezávislého nastavení zesílení a posuvu výstupního napětí stejnosměrného zesilovače a zapojení k provádění tohoto nastavení, při dané, až v provozu známé, minimální a maximální hodnotě vstupní napětí.

Požadavek nezávislého nastavení zesílení a posuvu výstupního napětí stejnosměrného zesilovače se nejčastěji vyskytuje při zpracování signálu ze snímačů s posunutou fyzikální nulou měřené veličiny nad elektrickou nulou měřonosného napětí, nebo proudu, až již z důvodů hlídání celistvosti vedení, nebo z důvodu principiálních vlastností snímače.

Závislost výstupního napětí u_2 na vstupním napětí u_1 zesilovače v těchto aplikacích má tvar posunuté přímky

$$u_2 = k \cdot u_1 + u_0 \quad /1/$$

kde u_2 je výstupní napětí zesilovače, k je zesílení zesilovače, u_1 je vstupní signálové napětí a u_0 je výstupní napětí pro nulové vstupní signálové napětí, to znamená úsek, který přímka /1/ vytíná na souřadné ose u_2 .

Úkolem provozního nastavení je změna zesílení k a změna úseku u_0 tak, aby závislost /1/ procházela dvěma body, určenými například požadovaným výstupním napětím při minimálním vstupním napětí a požadovanou velikostí výstupního napětí při maximálním vstupním napětí.

Samozřejmým požadavkem zde je nezávislost nastavení obou parametrů a prakticky přijatelná stabilita nastavení.

Dosud používané způsoby nezávislého nastavení a zapojení pro jejich provádění řeší situaci, kdy minimální vstupní signálové napětí u_1 , při kterém má být nastaveno klidové výstupní napětí u_2 , je nulové.

To znamená, že je předem znám úsek u_0 , který přímková závislost /1/ vytíná na ose u_2 . V tom případě lze poměrně snadno obvodově realizovat a prakticky provádět nezávislé nastavení výstupního napětí v obou mezních stavech vstupního napětí, to znamená provádět nastavení při nulové a maximální hodnotě vstupního napětí.

Obtíže u dosud známých způsobů nastavení a zapojení pro jejich provádění, nastávají v případě, kdy minimální vstupní signálové napětí, například odpovídající fyzikální nule měřené veličiny, není nulové, a kdy právě při tomto nenulovém, minimálním vstupním napětí je třeba nastavit jisté, určité výstupní napětí a současně při maximálním vstupním napětí, jisté maximální výstupní napětí.

Tuto situaci lze charakterizovat jako problém ustavení polohy přímky /1/ tak, aby procházela dvěma danými, až v provozu známými, body ležícími mimo souřadné osy u_2 , u_1 . Dosáhnout nezávislého nastavení výstupního napětí v obou mezních stavech vstupního napětí je bez znalosti úseku u_0 , u dosud známých způsobů nastavení a zapojení pro tato nastavení, nemožné.

Znamé způsoby nastavení a známá zapojení vyžadují měření vstupního napětí v obou mezních stavech, výpočet potřebného zesílení s ohledem na požadovaný rozkmit výstupního napětí jako pomocnou hodnotu pro výpočet úseku u_0 podle /1/, jehož znalost u dosud známých způsobů nastavení a známých zapojení teprve umožňuje nezávislé nastavení zesílení a posuvu výstupního napětí.

Uvedené nevýhody jsou na minimum sníženy způsobem nastavení podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že výstupní napětí u_2 zesilovače se pro minimální hodnotu vstupního napětí u_1 nejprve vynuluje z pomocného zdroje kompenzačního napětí nebo proudu, který se při-

pojí na vstup zesilovače, přičemž se následně nastaví potřebné zesílení k zesilovače tak, že při maximálním vstupním napětí u_1 se na výstupu zesilovače nastaví rozdíl požadované, známé, maximální a minimální hodnoty výstupního napětí u_2 .

Požadovaný stejnosměrný posuv se nakonec nastaví při jedné z mezních hodnot vstupního napětí u_1 , po odpojení zdroje pomocného kompenzačního napětí nebo proudu, z funkčního kompenzačního zdroje napětí, nebo proudu trvale připojeného na vstupu zesilovače.

Podstata zapojení spočívá v tom, že do sčítacího uzlu invertujícího vstupu operačního zesilovače v invertujícím zapojení je současně, kromě jednoho konce vstupního odporu a jednoho konce sériové kombinace pevného zpětnovazebního odporu s proměnným zpětnovazebním odporem, připojen jeden konec sériové kombinace pevného funkčního kompenzačního odporu s proměnným funkčním kompenzačním odporem, přičemž druhý konec sériové kombinace pevného funkčního kompenzačního odporu s proměnným funkčním kompenzačním odporem je připojen do uzlu kompenzačního děliče, kde je připojen jeden konec prvního odporu kompenzačního děliče, dále jeden konec druhého odporu kompenzačního děliče a jeden konec sériové kombinace pevného pomocného kompenzačního odporu s proměnným pomocným kompenzačním odporem, přičemž druhý konec prvního odporu kompenzačního děliče je připojen v sérii přes zdroj funkčního kompenzačního napětí na společný signální vodič, na který je rovněž připojen druhý konec druhého odporu kompenzačního děliče.

Druhý konec sériové kombinace pomocného kompenzačního odporu s proměnným pomocným kompenzačním odporem je připojen v sérii přes pomocné propojovací svorky a zdroj pomocného kompenzačního napětí na společný signální vodič.

Výhodou způsobu nastavení a zapojení k tomuto nastavení podle vynálezu je jednoduché přiřazení dvojice hodnot výstupního napětí pro libovolnou dvojici hodnot vstupního napětí, v mezích lineárního přenosu zesilovače, tedy možnost nastavení polohy přímky /1/, tak, aby procházela dvěma body, ležícími mimo souřadné osy u_2 , u_1 .

Dvojici hodnot vstupního napětí u_1 , v obou mezních stavech, není přitom třeba přesně znát, měřit ani jinak určovat, postačí ji na vstup zesilovače postupně připojit. Výhodou dále je, že stabilitu nastavení ovlivňuje, pomíneme-li zanedbatelný vliv pevných odporů, kromě zpětnovazebního proměnného odporu, pouze funkční kompenzační proměnný odpor a funkční zdroj kompenzačního napětí.

Zdroj pomocného kompenzačního napětí a pomocný kompenzační proměnný odpor jsou po nastavení, to znamená po rozpojení pomocných svorek, vyřazeny z činnosti a stabilitu nastavení neovlivňují.

Na přiloženém výkresu je na obr. 1 schematicky znázorněno příkladné provedení zapojení podle vynálezu. Na obr. 2 je uveden graf přímky /1/, názorně ilustrující požadavek na ustavení její polohy.

Konkrétní provedení zapojení podle obr. 1 sestává z operačního zesilovače 14 v invertujícím zapojení, do jehož invertujícího vstupu je ve sčítacím uzlu 17, kromě jednoho konce vstupního odporu 1 a jednoho konce sériové kombinace pevného zpětnovazebního odporu 3 s proměnným zpětnovazebním odporem 2 připojen jeden konec sériové kombinace pevného funkčního kompenzačního odporu 5 s proměnným funkčním kompenzačním odporem 4, přičemž druhý konec sériové kombinace pevného funkčního kompenzačního odporu 5 s proměnným funkčním kompenzačním odporem 4 je připojen do uzlu 15 kompenzačního děliče, kde je připojen jeden konec prvního odporu 7 kompenzačního děliče, dále jeden konec druhého odporu 8 kompenzačního děliče a jeden konec sériové kombinace pevného pomocného kompenzačního odporu 10 s proměnným pomocným kompenzačním odporem 9, přičemž druhý konec prvního odporu 7 kompenzačního děliče je připojen v sérii přes zdroj 6 funkčního kompenzačního napětí na společný signální vodič 16, na který je rovněž připojen druhý konec druhého odporu 8 kompenzačního děliče.

Druhý konec sériové kombinace pevného pomocného kompenzačního odporu 10 s proměnným pomocným kompenzačním odporem 9 je připojen v sérii pomocné propojovací svorky 11, 12 a zdroj 13 pomocného kompenzačního napětí na společný signální vodič 16.

Funkce obvodu podle obr. 1 je následující. Předpokládejme nejprve, že pomocné propojovací svorky 11, 12 jsou rozpojeny. Při minimální hodnotě vstupního napětí u_1 min přitéká do sčítacího uzlu 17 z výstupu operačního zesilovače 14 proud i_2 , určený velikostí napětí u_1 min, velikostí vstupního odporu 1, velikostí napětí zdroje funkčního kompenzačního napětí 6, spolu s velikostí proměnného funkčního kompenzačního odporu 4, pevného funkčního kompenzačního odporu 5, prvního odporu 7 kompenzačního děliče a druhého odporu 8 kompenzačního děliče.

Proud i_2 je určen součtem proudů i_1 a i_1' . Změnou proměnného funkčního kompenzačního odporu 4, to znamená změnou proudu i_1' můžeme sice, jak je známo z obvyklých zapojení, nastavit /v mezích lineární funkce operačního zesilovače 14/ napětí u_2 min při minimálním vstupním napětí u_1 min, avšak toto nastavení se poruší při jakémkoliv pokusu nastavit maximální hodnotu výstupního napětí u_2 max při maximální hodnotě vstupního napětí u_1 max, to znamená při změně zesílení operačního zesilovače 14 zásahem do zpětnovazební sítě, ať již změnou velikostí proměnného zpětnovazební odporu 2, pevného zpětnovazební odporu 3, nebo vstupního odporu 1.

Nezávislé nastavení požadovaných hodnot výstupního napětí u_2 min, u_2 max pro postupně připojená vstupní napětí u_1 min, u_1 max, tedy v tomto stavu obvod ještě neumožňuje.

Propojením pomocných propojovacích svorek 11, 12 a při nastavení vhodné velikosti proměnného pomocného kompenzačního odporu 9 přitéká do sčítacího uzlu 17 pomocný kompenzační proud i_k , kterým se vynuluje výstupní napětí u_2 při minimálním vstupním napětí u_1 min.

Tomu odpovídá posun přímky /1/, podle obr. 2 ve svislém směru tak, že osu u_1 protíná v obě u_1 min. Při tomto vyvážení vymizí z rovnice určující velikost výstupního napětí u_2 hodnota proměnného a pevného zpětnovazební odporu 2, 3, takže vyvážení pro $u_1 = u_1$ min se neporuší při nastavení jakékoliv jiné velikosti výstupního napětí u_2 pro $u_1 = u_1$ min pomocí proměnného zpětnovazební odporu 2.

V obr. 2 se při nastavování u_2 pro $u_1 = u_1$ min pomocí proměnného zpětnovazební odporu 2 mění sklon přímky, protínající osu u_1 v bodě u_1 min. Podstatné přitom je, že poloha průsečíku přímky s osou u_1 se nemění, to znamená, že přímka při změně sklonu stále protíná osu u_1 v bodě u_1 min.

To umožňuje při připojení maximálního vstupního napětí u_1 max nastavit, pomocí proměnného zpětnovazební odporu 2, takové výstupní napětí u_2 , které je rovno rozdílu maximální a minimální hodnoty požadovaného výstupního napětí u_2 v obou mezních stavech vstupního napětí u_1 .

Po rozpojení pomocných propojovacích svorek 11, 12 přestane do sčítacího uzlu 17 přitékat pomocný kompenzační proud i_k . Tím dojde k posuvu výstupního napětí u_2 , jehož požadovaná hodnota se nastaví při jedné z mezních hodnot vstupního napětí u_1 pomocí proměnného funkčního kompenzačního odporu 4.

Rozsah nastavitelnosti proměnného zpětnovazební odporu 2 a proměnného funkčního kompenzačního odporu 4, vymezený pevným zpětnovazebním odporem 3 a pevným funkčním kompenzačním odporem 5, je volen jen nezbytně nutný pro kompenzaci očekávaného rozptylu vstupního signálového napětí u_1 v obou mezních stavech.

První odpor 7 a druhý odpor 8 kompenzačního děliče umožňuje snížení potřebné hodnoty proměnného funkčního kompenzačního odporu 4 a proměnného pomocného kompenzačního odporu 9 na, z hlediska stability nastavení, prakticky únosnou mez.

Jako zdroj 12 pomocného kompenzačního napětí lze použít příslušné větve napájecího napětí obvodu, neboť na dlouhodobou stabilitu zdroje 13 pomocného kompenzačního napětí nejsou kladeny žádné požadavky.

Ze zapojení podle obr. 1 a popisu funkce obvodu lze vyvodit tříkrokový postup jednoznačného, nezávislého nastavení zesílení a posuvu výstupního napětí zesilovače. Pro minimální vstupní napětí u_{1min} , se při propojení pomocných propojovacích svorek 11, 12 nastaví nulové výstupní napětí operačního zesilovače 14, hrubě proměnným pomocným kompenzačním odporem 9 a jemně proměnným funkčním kompenzačním odporem 4.

Pro maximální vstupní napětí u_{1max} se, rovněž při propojení pomocných propojovacích svorek 11, 12, nastaví proměnným zpětnovazebním odporem 2 výstupní napětí.

$$u_2 = u_{2max} - u_{2min} \quad /2/$$

kde u_{2max} , respektive u_{2min} jsou předem známá, požadovaná výstupní napětí zesilovače v obou mezních stavech připojeného vstupního napětí. Tím se nastaví potřebné zesílení, vzhledem k vloženému rozsahu vstupního napětí.

Pro u_{1min} , respektive u_{1max} , se nakonec po rozpojení pomocných propojovacích svorek 11, 12 nastaví požadovaná velikost výstupního napětí u_{2min} , resp. u_{2max} proměnným funkčním kompenzačním odporem 4.

Z početního rozboru zapojení na obr. 1 i fyzikálního názoru plyne, že v pomocném, vynulovaném stavu operačního zesilovače 14 odpadne závislost tohoto vyváženého stavu na velikosti proměnného zpětnovazebního odporu 2 i pevného zpětnovazebního odporu 3, takže je možné při maximálním vstupním napětí nastavit změnou proměnného zpětnovazebního odporu 2 požadované výstupní napětí podle /2/ a po odpojení pomocného kompenzačního zdroje napětí respektive proudu je možné nastavit libovolně posuv výstupního napětí při jedné z mezních hodnot vstupního napětí pomocí proměnného funkčního kompenzačního odporu 4.

Výsledkem je, že v popsanych třech krocích se operační zesilovač 14 nastaví tak, že pro minimální vstupní napětí u_{1min} nabývá výstupní napětí operačního zesilovače 14 požadované hodnoty u_{2min} a pro maximální vstupní napětí u_{1max} , nabývá výstupní napětí operačního zesilovače 14 požadované hodnoty u_{2max} .

Stabilitu nastavení příznivě ovlivňuje zejména skutečnost, že po ukončeném nastavení, po rozpojení pomocných propojovacích svorek 11, 12, nemá poloha proměnného pomocného kompenzačního odporu 9, ani případná nestabilita zdroje 13 pomocného kompenzačního napětí vliv na stabilitu výstupního napětí.

Pomocné propojovací svory 11, 12, například miniaturní zdíčky propojitelné kablíkem, je výhodné umístit přímo na elektronickou desku, nebo její nosný rámeček tak, aby byly dostupné poblíž proměnného zpětnovazebního odporu 2, proměnného funkčního kompenzačního odporu 4 a proměnného pomocného kompenzačního odporu 9.

Pro využití v praxi je výhodné, že zapojení umožňuje nastavit požadované výstupní napětí zesilovače u_{2min} , u_{2max} pro předem neznámé velikosti napětí u_{1min} , u_{1max} , které mohou být dány např. mezními stavy čidel, připojenými na vstup zesilovače.

Vynález může být využit u snímačů s posunutou fyzikální nulou měřené veličiny nad elektrickou nulou měřícího napětí nebo proudu, například u snímačů, obsahujících reálné odporové vysílače.

Jejich odpor při nulovém úhlu vytočení není nulový, ale vykazuje kus od kusu poměrně značný rozptyl v rozsahu do $10\ \Omega$, stejně jako jejich odpor při maximálním úhlu vytočení, který vykazuje značný rozptyl okolo jmenovité hodnoty.

Rovněž napěťové, nebo proudové výstupy řady aktivních snímačů poskytují, obvykle záměrně, například z důvodu hlídání celistvosti vedení, nebo z důvodu napájení snímače, nenulový výstupní signál pro nulovou hodnotu snímané fyzikální veličiny.

Ve všech těchto případech je výhodné provádět nastavení způsobem a zapojením podle vynálezu, bez pomocných výpočtů, při skutečných mezních stavech vstupního napětí. Při provozním využití zvláště vyniká jednoduchý a přesný způsob popsaného nastavení.

P R E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Způsob provozního nezávislého nastavení zesílení a posuvu výstupního napětí stejnosměrného zesilovače, vyznačený tím, že výstupní napětí zesilovače se pro minimální hodnotu vstupního napětí nejprve vynuluje z pomocného zdroje kompenzačního napětí, nebo proudu, který se připojí na vstup zesilovače, přičemž se následně nastaví potřebné zesílení zesilovače tak, že při maximálním vstupním napětí se na výstupu zesilovače nastaví rozdíl požadované, známé, maximální a minimální hodnoty výstupního napětí, a dále že se po odpojení pomocného kompenzačního napětí, nebo proudu, při jedné z mezních hodnot vstupního napětí, nastaví požadovaný stejnosměrný posuv výstupního napětí zesilovače z funkčního kompenzačního zdroje napětí, nebo proudu, trvale připojeného na vstup zesilovače.

2. Zapojení pro způsob nezávislého, provozního nastavení zesílení a posuvu výstupního napětí stejnosměrného zesilovače, podle bodu 1, s operačním zesilovačem v invertujícím zapojení a doplňujícími kompenzačními obvody, vyznačené tím, že do sčítacího uzlu /17/ invertujícího vstupu operačního zesilovače /14/ v invertujícím zapojení je současně, kromě jednoho konce vstupního odporu /1/ a jednoho konce sériové kombinace pevného zpětnovazebního odporu /3/ s proměnným zpětnovazebním odporem /2/, připojen jeden konec sériové kombinace pevného funkčního kompenzačního odporu /5/ s proměnným funkčním kompenzačním odporem /4/, přičemž druhý konec sériové kombinace pevného funkčního kompenzačního odporu /5/ s proměnným funkčním kompenzačním odporem /4/ je připojen do uzlu /15/ kompenzačního děliče, kde je připojen jeden konec prvního odporu /7/ kompenzačního děliče, dále jeden konec druhého odporu /8/ kompenzačního děliče a jeden konec sériové kombinace pevného pomocného kompenzačního odporu /10/ s proměnným pomocným kompenzačním odporem /9/, přičemž druhý konec prvního odporu /7/ kompenzačního děliče je připojen v sérii přes zdroj /6/ funkčního kompenzačního napětí na společný signální vodič /16/, na který je rovněž připojen druhý konec druhého odporu /8/ kompenzačního děliče a dále, že druhý konec sériové kombinace pomocného kompenzačního odporu /10/ s proměnným pomocným kompenzačním odporem /9/ je připojen v sérii přes pomocné propojovací svorky /11/, /12/ a zdroj /13/ pomocného kompenzačního napětí na společný signální vodič /16/.

