



FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

266 884

(21) PV 1005-88.17
(22) Přihlášeno 18 02 88

(11)

(13) B1

(51) Int. Cl.⁴
H 03 M 1/66

(40) Zveřejněno 12 05 89
(45) Vydáno 14 12 90

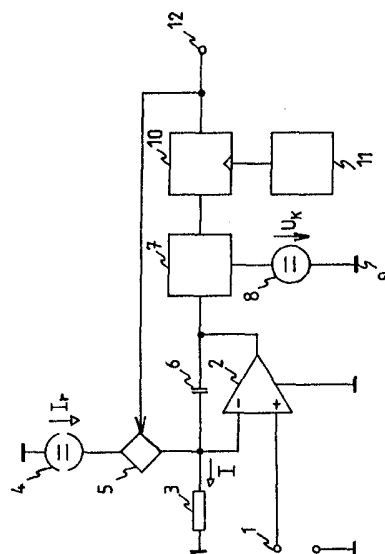
(75)
Autor vynálezu

VRBA KAMIL ml. doc. ing. CSc., MIŠUREC JIŘÍ ing., BRNO

(54)

Přesný převodník napětí na kmitočet s velkým vstupním odporem

(57) Zapojení se týká přesného převodníku napětí na kmitočet s velkým vstupním odporem. Podstatou řešení je, že vstupní napětí přivedené na vstupní svorku je přivedeno přímo na neinvertující vstup operačního zesilovače. Totéž napětí se zopakuje v důsledku činnosti operačního zesilovače na jeho invertujícím vstupu. Kapacitor je proto nabíjen proudem úměrným vstupnímu napětí. Jakmile napětí na výstupu operačního zesilovače dosáhne komparačního napětí U_K dodávaného zdrojem komparačního napětí, překlopí se komparátor a tím se připraví časovací obvod k činnosti. Vlastní aktivace časovacího obvodu však nastane až po příchodu zvolené hrany signálu o referenčním kmitočtu, který je přiváděn na hodinový vstup tohoto obvodu. Časovací obvod vydá impuls přesně definované délky odvozené od referenčního kmitočtu. Po dobu trvání impulsu je sepnut elektronický spínač a kapacitor je vybíjen referenčním proudem ze zdroje referenčního proudu. Celý proces se neustále opakuje, přičemž kmitočet impulsů na výstupu časovacího obvodu je přímo úměrný vstupnímu napětí. Zapojení má obecné použití v měřicí a přístrojové technice, např. v číslicových voltmetrech a ampérmetrech střední a vyšší třídy přesnosti. Lze ho také s výhodou použít v číslicových spektrálních analyzátoch či korelátoch pracujících na principu mezi-
převodu vstupního signálu na kmitočet.



Vynález se týká přesného převodníku napětí na kmitočet s velkým vstupním odporem.

Je známo několik zapojení převodníků napětí na kmitočet. Nejjednodušší převodníky napětí na kmitočet pracují na principu integrování vstupního napětí v integrátoru, přičemž výstupní napětí integrátoru se sleduje komparátorem, který po dosažení komparační úrovně způsobí vynulování integrátoru. Protože četnost nabíjení a nulování integrátoru závisí na velikosti vstupního napětí, je kmitočet výstupního signálu z komparátoru přímo úměrný vstupnímu napětí.

Hlavní nevýhodou tohoto uspořádání je konečná doba vybíjení integračního kapacitoru integrátoru pomocí paralelně připojeného elektronického spínače. Protože při okamžitém vybití by v integračním kapacitoru vznikaly nevratné změny, provádí se vybíjení přes rezistor připojený do série s elektronickým spínačem. Odpor sepnutého elektronického spínače je však nenulový a navíc se jeho odpor mění v závislosti na protékajícím proudu. Proto vybíjení integračního kapacitoru není zcela přesně definováno jen odporem rezistoru připojeným do série s elektronickým spínačem, ale i proměnným odporem sepnutého spínače. Tento nedostatek vyčleňuje použití tohoto typu převodníku jen pro nenáročné aplikace.

Jiný typ převodníku napětí na kmitočet využívá převodu vstupního napětí na proud, kterým se pak řídí přímo kmitočet multivibrátoru.

Nevýhodou tohoto uspořádání je menší přesnost, protože linearita převodu napětí na kmitočet přímo závisí na tom, do jaké míry se podaří lineárně řídit kmitočet multivibrátoru vnuceným řídicím proudem.

Dobrých výsledků se při nízké cenové náročnosti převodníku v současnosti dosahuje u zpětnovazebních převodníků, u kterých se integruje vstupní napětí integrátorem s operačním zesilovačem a komparátorem se srovnává výstupní napětí integrátoru s komparační úrovní. Po dosažení komparační úrovně dojde k vybíjení integračního kapacitoru referenčním proudem po definovanou dobu. Doba vybíjení je dána časovou konstantou monostabilního klopného obvodu, nebo u přesnějších převodníků je odvozena z periody kmitů oscilátoru řízeného krystalem. Celý děj se periodicky opakuje, přičemž kmitočet výstupních kmitů je přímo úměrný vstupnímu napětí.

Nevýhodou všech uvedených zapojení je poměrně malý vstupní odpor invertujícího integrátoru, daný v podstatě odporem rezistoru zapojeným na vstupu integrátoru. Tato okolnost může být v řadě aplikací nevýhodná. Je samozřejmě možné před převodník zařadit obvod s velkým vstupním odporem, ovšem tímto způsobem se zvyšuje obvodová složitost a cenová náročnost celého převodníku.

Známe je zapojení převodníku napětí na kmitočet s velkým vstupním odporem, u kterého vstupní napětí se zavádí na neinvertující vstup operačního zesilovače. V jeho zpětné vazbě je zapojen CR článek. Kapacitor tohoto

člátku se nabíjí proudem úměrným vstupnímu napětí. Po dosažení určitého napětí na výstupu zesilovače se překlopí komparátor, který iniciuje monostabilní klopný obvod. Po dobu překlopení monostabilního klopného obvodu je kapacitor vybíjen referenčním proudem. Kmitočet impulsů na výstupu monostabilního klopného obvodu je přímo úměrný vstupnímu napětí.

Nevýhodou zapojení je, že přesnost převodu závisí na citlivosti komparátoru a na stabilitě časové konstanty monostabilního klopného obvodu.

Uvedené nevýhody do značné míry odstraňuje zapojení přesného převodníku napětí na kmitočet s velkým vstupním odporem podle vynálezu, jehož podstatou je, že vstupní svorka je připojena na neinvertující vstup operačního zesilovače a k invertujícímu vstupu operačního zesilovače je připojen první vývod rezistoru, dále první vývod kapacitoru a první vývod elektronického spínače. Druhý vývod rezistoru je připojen ke společnému vodiči. Výstup operačního zesilovače je připojen ke druhému vývodu kapacitoru a rovněž k prvnímu vstupu komparátoru, přičemž druhý vstup komparátoru je spojen se zdrojem komparačního napětí a výstup komparátoru je propojen se vstupem časovacího obvodu, na jehož hodinový vstup je přiveden signál ze zdroje referenčního kmitočtu. Výstup časovacího obvodu je spojen s výstupní svorkou a současně s řídicím vstupem elektronického spínače. Druhý vývod elektronického spínače je spojen se zdrojem referenčního proudu.

Výhody zapojení přesného převodníku napětí na kmitočet s velkým vstupním odporem podle vynálezu spočívají zejména v tom, že je dosažen velký vstupní odpor převodníku napětí na kmitočet a tudíž není nutno uvažovat vnitřní odpor budícího zdroje. Další podstatnou výhodou je, že na přesnost převodu nemá vliv citlivost komparátoru a doba vybíjení kapacitoru je velice přesně definována, protože je odvozena od signálu o referenčním kmitočtu.

Vynález bude dále blíže popsán podle přiloženého obrázku, na němž je znázorněno zapojení příkladného provedení přesného převodníku napětí na kmitočet s velkým vstupním odporem podle vynálezu.

Vstupní svorka 1 je spojena s neinvertujícím vstupem operačního zesilovače 2 a k invertujícímu vstupu operačního zesilovače 2 je připojen první vývod rezistoru 3, dále první vývod kapacitoru 6 a první vývod elektronického spínače 5. Druhý vývod rezistoru 3 je připojen ke společnému vodiči 9. Výstup operačního zesilovače 2 je připojen ke druhému vývodu kapacitoru 6 a rovněž k prvnímu vstupu komparátoru 7, přičemž druhý vstup komparátoru 7 je spojen se zdrojem 8 komparačního napětí. Výstup komparátoru 7 je propojen se vstupem časovacího obvodu 10, na jehož hodinový vstup je přiveden signál ze zdroje 11 referenčního kmitočtu. Výstup časovacího obvodu 10 je spojen s výstupní svorkou 12 a současně s řídicím vstupem elektronického spínače 5. Druhý vývod

elektronického spínače 5 je spojen se zdrojem 4 referenčního proudu.

V činnosti se na vstupní svorku 1 proti společnému vodiči 9 přivede vstupní napětí U . Totéž napětí se v důsledku činnosti operačního zesilovače 2 zopakuje na invertujícím vstupu operačního zesilovače 2, a proto kapacitor 6 bude nabíjen proudem

$$I = \frac{U}{R},$$

kde U značí vstupní napětí přivedené na vstupní svorku 1 proti společnému vodiči 9 a R značí odpor rezistoru 3. Jakmile napětí na výstupu operačního zesilovače 2 dosáhne komparačního napětí U_K dodávaného zdrojem 8 komparačního napětí, překlopí se komparátor 7. Tím se připraví časovací obvod 10 k činnosti. Vlastní aktivace časovacího obvodu 10 však nastane až po příchodu zvolené hrany signálu o referenčním kmitočtu, který je dodáván na hodinový vstup tohoto obvodu ze zdroje 11 referenčního kmitočtu. Časovací obvod 10 vydá impuls přesně definované délky t_r odvozený od signálu o referenčním kmitočtu. Po dobu trvání impulsu je sepnut elektronický spínač 5 a kapacitorem 6 teče navíc vybíjecí proud I_r ze zdroje 4 referenčního proudu. Proces nabíjení a vybíjení kapacitoru 6 se periodicky opakuje, přičemž kmitočet impulsů na výstupu časovacího obvodu 10 je dán vztahem

$$f = \frac{1}{R I_r t_r} \cdot U,$$

kde U značí vstupní napětí přivedené na vstup-

ní svorku 1 proti společnému vodiči 9, R odpor rezistoru 3, I_r proud ze zdroje 4 referenčního proudu, t_r dobu trvání impulsu na výstupu časovacího obvodu 10 odvozenou od signálu o referenčním kmitočtu. Na výstupní svorce 12 může proto odebírat pravoúhlé impulsy s kmitočtem f přímo úměrným vstupnímu napětí U .

Poněkud složitější způsob generování impulsu v časovacím obvodu 10 je dán tím, že z důvodu vysoké přesnosti převodu je délka impulsu odvozena ze signálu o referenčním kmitočtu, který je dodáván ze zdroje 11 referenčního kmitočtu realizovaného příkladně pomocí krystalem řízeného oscilátoru. Okamžitý kmitočet výstupního signálu není z tohoto důvodu zcela přesně úměrný vstupnímu napětí. V kapacitoru 6 je však chyba každého převodu zapamatována a jakmile dojde k nahromadění chyby nad určitou mez, je převodníkem provedena oprava výstupního kmitočtu. V průběhu dalšího časového intervalu je proto převod napětí na kmitočet velmi přesný.

Přesný převodník napětí na kmitočet s velkým vstupním odporem podle vynálezu má obecné využití a je ho možno s výhodou aplikovat všude tam, kde je zapotřebí přesný převodník napětí na kmitočet s velkým vstupním odporem. Zejména lze tento převodník podle vynálezu využít v měřicí a přístrojové technice, např. v číslicových voltmetrech a ampérmetrech, v číslicových korelátorech či v zařízeních pro harmonickou analýzu signálu pracujících na principu modifikované Fourierovy analýzy s mezipřevodem vstupního signálu na kmitočet.

Vzhledem k tomu, že obvodové řešení převodníku podle vynálezu je velmi jednoduché, je obvod vhodný pro realizaci v integrované nebo hybridní podobě.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Přesný převodník napětí na kmitočet s velkým vstupním odporem, vyznačující se tím, že vstupní svorka (1) je spojena s neinvertujícím vstupem operačního zesilovače (2) a k invertujícímu vstupu operačního zesilovače (2) je připojen první vývod rezistoru (3), dále první vývod kapacitoru (6) a první vývod elektronického spínače (5), přičemž druhý vývod rezistoru (3) je připojen ke společnému vodiči (9), zatímco výstup operačního zesilovače (2) je připojen ke druhému vývodu kapacitoru (6) a současně

k prvnímu vstupu komparátoru (7), jehož druhý vstup je spojen se zdrojem (8) komparačního napětí, přičemž výstup komparátoru (7) je propojen se vstupem časovacího obvodu (10), na jehož hodinový vstup je připojen výstup zdroje (11) referenčního kmitočtu, zatímco výstup časovacího obvodu (10) je spojen jednak s výstupní svorkou (12) a současně s řídicím vstupem elektronického spínače (5), přičemž druhý vývod elektronického spínače (5) je spojen se zdrojem (4) referenčního proudu.

