



FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

268 039

(11)

(13) B1

(51) Int. Cl.⁴

H 03 M 1/66

(21) PV 7547 - 87.M

(22) Přihlášeno 27 10 87

(40) Zveřejněno 12 07 89

(45) Vydáno 31 07 90

(75)

Autor vynálezu

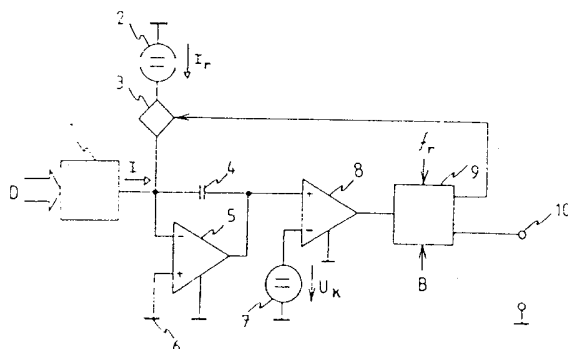
VRBA KAMIL ml, doc. ing. CSc.,
KOLOUCH JAROMÍR ing. CSc.,
PŘIKRYL HYNEK ing. CSc., BRNO

(54)

Přesný číslíkové kmitočtový převodník

(57) Zapojení se týká přesného číslíkově kmitočtového převodníku. Podstatou řešení je, že vstupní kódová kombinace odpovídající převáděnému číslu se přivádí na číslíkový vstup číslíkově analogového převodníku, z jehož přímého proudového výstupu je nabíjen kapacitor zapojený ve zpětné vazbě operačního zesilovače. Jakmile výstupní napětí operačního zesilovače dosáhne komparačního napětí přiváděného na invertující vstup komparátoru, připraví se číslíkový obvod k činnosti. Vlastní aktivace číslíkového obvodu však nastane až po příchodu zvolené hrany signálu o referenčním kmitočtu, který je přiváděn na hodinový vstup tohoto obvodu. Číslíkový obvod vydá impuls přesně definované délky odvozené od referenčního kmitočtu. Po dobu trvání impulsu je sepnut elektronický spínač a kapacitorem teče navíc vybíjecí proud ze zdroje referenčního proudu. Celý děj se neustále opakuje, přičemž kmitočet impulsů na výstupní svorce přesného číslíkově kmitočtového převodníku je přímo úměrný kódové kombinaci přiváděné na číslíkový vstup číslíkově analogového převodníku. Blokovací signál přiváděný na blokovací vstup číslíkového obvodu slouží k zablokování druhého výstupu číslíkového obvodu v případě, kdy na číslíkový vstup číslíkově analogového převodníku je přivedena kódová kombinace odpovídající nulovému kmitočtu. Zapojení má obecné využití pro přístrojové a průmyslové aplikace

se s vysokými nároky na přesnost převodu čísla na kmitočet. Zejména je zapojení vhodné pro konstrukci programovatelných zdrojů kmitočtu pro řízení krokových motorů.



Vynález se týká přesného číslicového kmitočtového převodníku.

Je známo několik způsobů převodu čísla na kmitočet. U prvního z nich se převede vstupní kódová kombinace odpovídající dekadickému číslu na napětí v číslicovém analogovém převodníku a potom se toto napětí převede na kmitočet v převodníku napětí na kmitočet.

Nevýhodou tohoto uspořádání je obvodová složitost a cenová náročnost. Číslicové analogové převodníky jsou totiž obvykle konstruovány s přepínanými zdroji proudu, například převodníky čs. produkce MDAC08, MDAC565, MDAC566 a je zapotřebí převést jejich výstupní proud na napětí připojeným operačním zesilovačem. Výstupní napětí převodníku je potom nutno dále zpracovat v převodníku napětí na kmitočet.

Druhý způsob převodu čísla na kmitočet umožňují kmitočtové syntezátory. V současné době se nejčastěji užívají syntezátory se smyčkou fázového závěsu, které sestávají ze zdroje referenčního kmitočtu, programovatelného děliče kmitočtu, napětím řízeného oscilátoru, fázově kmitočtového detektoru a popřípadě ještě z výstupního děliče kmitočtu.

Nevýhodou tohoto uspořádání je také obvodová složitost a cenová náročnost.

Jednoduché a cenově nenáročné je jiné uspořádání převodníku, které využívá nabíjení kapacitoru v integrátoru z proudového výstupu číslicového analogového převodníku. Výstupní napětí integrátoru se srovnává v komparátoru s komparační úrovní. Po dosažení komparační úrovně je k rezistoru zapojenému do sčítacího bodu integrátoru připojen po definované dobu určenou časovou konstantou monostabilního klopného obvodu zdroj referenčního napětí, čímž dojde k vybíjení integračního kapacitoru. Podobné uspořádání využívá k vybíjení integračního kapacitoru zdroje referenčního proudu.

Společnou nevýhodou obou uspořádání je okolnost, že přesnost převodu závisí na citlivosti komparátoru, který určuje okamžik aktivace monostabilního klopného obvodu a na stabilitě časové konstanty tohoto monostabilního klopného obvodu.

Lepších výsledků se dosahuje u zapojení převodníku čísla na kmitočet podobné koncepce jako v předchozím, u kterého je doba vybíjení kapacitoru odvozena z oscilátoru řízeného krystalem.

Nevýhodou tohoto uspořádání je okolnost, že vybíjení kapacitoru se děje tak, že k rezistoru zapojenému do sčítacího bodu integrátoru je pomocí elektronického spínače připojen po určité době zdroj referenčního napětí. Proto se v plné míře uplatní nenulový odpor sepnutého elektronického spínače a závislost tohoto odporu na protékajícím proudu a okolní teplotě. Navíc při použití diodového spínače je dále zapotřebí kompenzovat tzv. prahové napětí diod. Teplotní závislost prahového napětí diod se však obvykle beze zbytku vykompenzovat nedá. Stejně tak se při použití tranzistorových spínačů nedá zcela vykompenzovat teplotní závislost odporu sepnutého spínače.

Uvedené nevýhody do značné míry odstraňuje zapojení přesného číslicového kmitočtového převodníku, jehož podstatou je, že vstupní kódová kombinace, odpovídající převáděnému číslu, se přivádí na číslicový vstup číslicového analogového převodníku, jehož přímý proudový výstup je spojen s invertujícím vstupem operačního zesilovače. Přitom mezi invertujícím vstupem operačního zesilovače a společným vodič je připojena sériová kombinace zdroje referenčního proudu a elektronického spínače a mezi invertujícím vstupem operačního zesilovače a jeho výstup je zapojen kapacitor. Neinvertujícím vstupem operačního zesilovače je spojen se společným vodičem a jeho výstup potom s neinvertujícím vstupem komparátoru. Mezi invertujícím vstupem komparátoru a společným vodič je připojen zdroj komparačního napětí. Výstup komparátoru je zaveden na vstup číslicového obvodu. Na hodinový vstup číslicového obvodu je přiveden signál o referenčním kmitočtu a na jeho blokovací vstup pak blokovací signál vytvářený v blíže neznázorněných obvodech. První výstup číslicového obvodu je spojen s řídícím vstupem elektronického spínače a druhý výstup s výstupní svorkou přenosného číslicového kmitočtového převodníku.

Výhodou zapojení přesného číslicového kmitočtového převodníku je jednoduchost za-

pojení a vysoká přesnost převodu. V daném případě nedochází ke snižování přesnosti v důsledku mezipřevodu výstupního proudu číslíkové analogového převodníku na napětí a jeho následnému převodu na kmitočet, protože výstupní proud číslíkové analogového převodníku se převede přímo na kmitočet. Výhodné je, že na přesnost převodu nemá vliv citlivost komparátoru ani stabilita časové konstanty monostabilního klopného obvodu, která určuje dobu, po kterou se bude kapacitor ve zpětné vazbě operačního zesilovače vybíjet. Doba vybíjení je totiž odvozena od signálu o referenčním kmitočtu, který se přivádí na hodinový vstup číslíkového obvodu. Další výhodou je, že se v něm neuplatňují nežádoucí vlastnosti elektronického spínače v sepnutém stavu jako je konečný odpor sepnutého spínače a jeho teplotní závislost, protože z hlediska spínání proudu příliš na těchto reálných vlastnostech spínače nezáleží. Elektronický spínač proto lze realizovat velmi jednoduše pomocí dvou diod, přičemž není zapotřebí uvažovat jejich zbytkový odpor v sepnutém stavu ani jejich prahové napětí a jeho teplotní závislost.

Vynález je v dalším blíže popsán podle připojeného výkresu, na kterém je znázorněno příkladné provedení přesného číslíkového kmitočtového převodníku.

Vstupní kódová kombinace odpovídající převáděnému číslu se přivádí na číslíkový vstup číslíkové analogového převodníku 1. Přímý proudový výstup číslíkové analogového převodníku 1 je spojen s invertujícím vstupem operačního zesilovače 5. Mezi invertujícím vstupem operačního zesilovače 5 a společným vodičem je připojena sériová kombinace zdroje 2 referenčního proudu a elektronického spínače 3. Mezi invertujícím vstupem operačního zesilovače 5 a jeho výstup je zapojen kapacitor 4, přičemž neinvertujícím vstupem operačního zesilovače 5 je spojen se společným vodičem 6 a jeho výstup potom s neinvertujícím vstupem komparátoru 8. Přitom mezi invertujícím vstupem komparátoru 8 a společným vodičem 6 je připojen zdroj 7 komparačního napětí a výstup komparátoru 8 je zaveden na vstup číslíkového obvodu 9. Na hodinový vstup číslíkového obvodu 9 je přiveden signál o referenčním kmitočtu a na blokovací vstup potom blokovací signál, vytvářený v blíže neznázorněných obvodech. První výstup číslíkového obvodu 9 je spojen s řídícím vstupem elektronického spínače 3 a druhý výstup s výstupní svorkou 10 přesného číslíkového kmitočtového převodníku.

V činnosti se na číslíkový vstup číslíkové analogového převodníku 1 přivede kódová kombinace D odpovídající převáděnému číslu. Použijeme-li příkladně pro realizaci přesného číslíkového kmitočtového převodníku podle vynálezu dvanáctibitový binární číslíkový analogový převodník, poteče z přímého proudového výstupu číslíkové analogového převodníku 1 proud

$$I = - \frac{D_{10}}{4096} I_0 ,$$

kde D_{10} je dekadický ekvivalent dvanáctibitového binárního čísla z intervalu celých čísel 0 až 4095 a I_0 je vnitřní referenční proud číslíkové analogového převodníku 1. V případě, že elektronický spínač 3 je rozpojen, nabíjí se tímto proudem kapacitor 4. Výstupní napětí operačního zesilovače 5 je sledováno komparátorem 8, který se překlápí v tom okamžiku, kdy výstupní napětí operačního zesilovače 5 dosáhne komparační úrovně dané zdrojem 7 komparačního napětí. Tím se připraví číslíkový obvod 9 k činnosti. Vlastní aktivace číslíkového obvodu 9 však nastane až po příchodu zvolené hrany signálu o referenčním kmitočtu f_r , který je přiváděn na hodinový vstup tohoto obvodu. Číslíkový obvod vydá impuls přesně definované délky t_r odvozené od referenčního kmitočtu f_r . Impuls je k dispozici jak na prvním, tak i na druhém výstupu číslíkového obvodu 9. Po dobu trvání impulsu je sepnut elektronický spínač 3 a kapacitorem 4 teče navíc vybíjecí proud I_r ze zdroje 2 referenčního proudu. Proces nabíjení a vybíjení kapacitoru 4 se periodicky opakuje, přičemž kmitočet impulsů na prvním i druhém výstupu číslíkového obvodu 9 je dán vztahem

$$f = \frac{I_0}{4096 I_r t_r} D_{10} ,$$

kde význam jednotlivých veličin je shodný jako v předchozím. Proto na výstupní svorce 10 přesného číslicového kmitočtového převodníku můžeme odebírat pravoúhlé impulsy s kmitočtem f přímo úměrným dekadickému ekvivalentu D_{10} kódové kombinace D.

Poněkud složitější způsob generování impulsu v číslicovém obvodu 9 je dán tím, že z důvodu vysoké přesnosti převodu je délka impulsu odvozena z referenčního kmitočtu f_r , který je dodáván z blíže neznázorněného krystalem řízeného oscilátoru. Okamžitý kmitočtet výstupního signálu přesného číslicového kmitočtového převodníku není z tohoto důvodu zcela přesně úměrný vstupní kódové kombinaci. V kapacitoru 4 je však chyba každého převodu zapamatována a jakmile dojde k nahromadění chyby nad určitou mez, je převodníkem provedena oprava výstupního kmitočtu. V průběhu delšího časového intervalu je proto převod čísla na kmitočtet velmi přesný. Běžně lze na tomto principu realizovat 12-bitové a vícebitové číslicové kmitočtové převodníky.

Blokovací signál B přiváděný na blokovací vstup číslicového obvodu 9, generovaný v blíže neznázorněných obvodech, slouží k zablokování druhého výstupu číslicového obvodu 3 v případě, kdy na číslicový vstup číslicového analogového převodníku 1 je přivedena kódová kombinace odpovídající nulovému kmitočtu. Blokovací signál se využívá pouze při vyšších nárocích na stabilitu nuly výstupního kmitočtu.

Přesný číslicový kmitočtový převodník podle vynálezu má obecné využití a je ho možno s výhodou aplikovat všude tam, kde je zapotřebí velmi přesný převod čísla na kmitočtet. Zejména lze přesný číslicový kmitočtový převodník podle vynálezu využít pro přístrojové a průmyslové aplikace, například pro konstrukci programovatelných zdrojů kmitočtu pro řízení krokových motorů.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Přesný číslicový kmitočtový převodník, vyznačující se tím, že výstup kódové kombinace, odpovídající převáděnému číslu, je připojen na číslicový vstup číslicového analogového převodníku (1), jehož přímý proudový výstup je spojen s invertujícím vstupem operačního zesilovače (5), kde mezi invertujícím vstupem operačního zesilovače (5) a společným vodičem (6) je připojena sériová kombinace zdroje (2) referenčního proudu a elektronického spínače (3) a mezi invertujícím vstupem operačního zesilovače (5) a jeho výstup je zapojen kapacitor (4), přičemž neinvertujícím vstupem operačního zesilovače (5) je spojen se společným vodičem (6) a jeho výstup potom s neinvertujícím vstupem komparátoru (8), když mezi invertujícím vstupem komparátoru (8) a společným vodičem (6) je připojen zdroj (7) komparačního napětí a výstup komparátoru (8) je připojen na vstup číslicového obvodu (9), na jehož hodinový vstup je připojen výstup signálu o referenčním kmitočtu a na jehož blokovací vstup je připojen výstup blokovacího signálu, přičemž první výstup číslicového obvodu (9) je spojen s řídícím vstupem elektronického spínače (3) a druhý výstup s výstupní svorkou (10) přesného číslicového kmitočtového převodníku.

1 výkres

CS 268 039 B1

