



FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

268 035

(11)

(13) B1

(51) Int. Cl. ⁴
H 03 M 1/66

(21) PV 7191-87 Z
(22) Přihlášeno 06 10 87

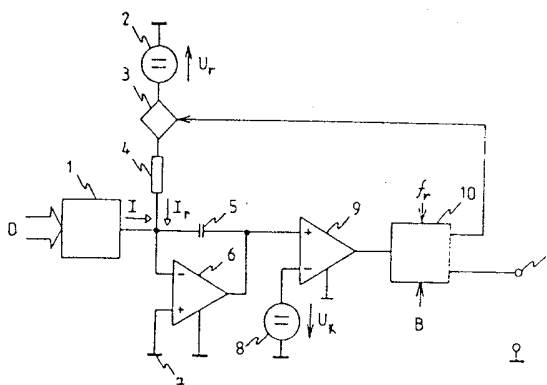
(40) Zveřejněno 12 07 89
(45) Vydáno 31 07 90

(75) VRBA KAMIL ml. doc. ing. CSc.,
Autor vynálezu KOLOUCH JAROMÍR ing. CSc., BRNO

(54) Přesný převodník čísla na kmitočet

(57) Zapojení se týká přesného převodníku čísla na kmitočet. Podstatou řešení je, že vstupní kódová kombinace odpovídající převáděnému číslu se přivádí na číslicový vstup číslicově 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 číslicový obvod k činnosti. Vlastní aktivace číslicového obvodu však nastane až po příchodu zvolené hrany signálu o referenčním kmitočtu, který je přiváděn na hodinový vstup tohoto obvodu. Číslicový obvod vydá impuls přesně definované délky odvozené od referenčního kmitočtu. Po dobu trvání impulsu je sepnut elektronický spínač a kapacitorem teče navíc vybíjecí proud, jehož velikost je určena napětím zdroje referenčního napětí a odporem rezistoru. Celý děj se neustále opakuje, přičemž kmitočet impulsů na výstupní svorce přesného převodníku čísla na kmitočet je přímo úměrný kódové kombinaci přiváděné na číslicový vstup číslicově analogového převodníku. Blokovací signál přiváděný na blokovací vstup číslicového obvodu slouží k zablokování druhého výstupu číslicového obvodu v případě, kdy na číslicový vstup číslicově analogového převodníku je přiváděna kódová kombinace odpovídající nulovému kmitočtu. Zapojení má obecné využití pro přístrojové a průmyslové aplikace s vyššími nároky na přesnost převodu

čísla na kmitočet. Zejména je zapojení vhodné pro konstrukci programovatelných zdrojů kmitočtu pro řízení krokových motorů.



Vynález se týká přesného převodníku čísla na kmitočet.

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

Nevýhodou tohoto uspořádání je obvodová složitost a cenová náročnost. Číslicově analogové převodníky jsou totiž obvykle konstruovány s přepínatelnými 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 zpracovat v převodníku napětí na kmitočet.

Druhý způsob převodu čísla na kmitočet umožňují kmitočtové syntenzátory. V současné době se nejčastěji užívají syntenzátory se smyčkou fázového závěsu, které obsahují zdroj referenčního kmitočtu, programovatelný dělič kmitočtu, napětím řízený oscilátor, fázově kmitočtový detektor a popřípadě výstupní 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 číslicově 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.

Uvedené nevýhody do značné míry odstraňuje zapojení přesného převodníku čísla na kmitočet, jehož podstatou je, že vstupní kódová kombinace odpovídající převáděnému číslu se přivádí na číslicový vstup číslicově analogového převodníku, jehož přímý proudový výstup je spojen s invertujícím vstupem operačního zesilovače. Přitom mezi invertujícím vstupem operačního zesilovače a společný vodič je připojena sériová kombinace zdroje referenčního napětí, elektronického spínače a rezistoru 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 společný 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, který je vytvářen v blíže neznázorněných obvodech. První výstup číslicového obvodu je spojen s řídicím vstupem elektronického spínače a druhý výstup s výstupní svorkou přesného převodníku čísla na kmitočet.

Výhodou zapojení přesného převodníku čísla na kmitočet je jednoduchost zapojení a vysoká přesnost převodu. V daném případě nedochází ke snižování přesnosti v důsledku mezipřevodu výstupního proudu číslicově analogového převodníku na napětí a jeho následnému převodu na kmitočet, protože výstupní proud číslicově analogového převodníku se převede přímo na kmitočet. Další výhodou také 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 kapacitoru je totiž odvozena od

signálu o referenčním kmitočtu, který se přivádí na hodinový vstup číslicového obvodu.

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

Vstupní kódová kombinace, odpovídající převáděnému číslu, se přivádí na číslicový vstup číslicově analogového převodníku 1. Přímý proudový výstup číslicově analogového převodníku 1 je spojen s invertujícím vstupem operačního zesilovače 6. Mezi invertujícím vstupem operačního zesilovače 6 a společný vodič 7 je připojena sériová kombinace zdroje 2 referenčního napětí, elektronického spínače 3 a rezistoru 4. Mezi invertujícím vstupem operačního zesilovače 6 a jeho výstup je zapojen kapacitor 5, přičemž neinvertujícím vstupem operačního zesilovače 6 je spojen se společným vodičem 7 a jeho výstup potom s neinvertujícím vstupem komparátoru 9. Mezi invertujícím vstupem komparátoru 9 a společný vodič 7 je připojen zdroj 8 komparačního napětí. Výstup komparátoru 9 je zaveden na vstup číslicového obvodu 10. Na hodinový vstup číslicového obvodu 10 se přivádí signál o referenčním kmitočtu. Na blokovací vstup tohoto obvodu je přiveden blokovací signál, vytvářený v blíže neznázorněných obvodech. První výstup číslicového obvodu 10 je spojen s řídicím vstupem elektronického spínače a druhý výstup s výstupní svorkou 11 přenosného převodníku čísla na kmitočet.

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

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

kde D_{10} je dakadický ekvivalent dvanáctibitového binárního čísla z intervalu celých čísel 0 až 4095 a I_0 je vnitřní referenční proud číslicově analogového převodníku 1. V případě, že elektronický spínač 3 je rozpojen, nabíjí se tímto proudem kapacitor 5. Výstupní napětí operačního zesilovače 6 je sledováno komparátorem 9, který se překlápí v tom okamžiku, kdy výstupní napětí operačního zesilovače 6 dosáhne komparační úrovně dané zdrojem 8 komparačního napětí. Tím se připraví číslicový obvod 10 k činnosti. Vlastní aktivace číslicového obvodu 10 však nastane až po příchodu zvolené hrany signálu o referenčním kmitočtu f_r , který je přiváděn na hodinový vstup tohoto obvodu. Číslicový obvod 10 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 číslicového obvodu 10. Po dobu trvání impulsu je sepnut elektronický spínač 3 a kapacitorem 5 teče navíc vybíjecí proud

$$I_r = U_r / R ,$$

přičemž U_r značí napětí zdroje 2 referenčního napětí a R odpor rezistoru 4. Proces nabíjení a vybíjení kapacitoru 5 se periodicky opakuje, přičemž kmitočet impulsů na prvním i druhém výstupu číslicového obvodu 10 je dán vztahem

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

kde význam jednotlivých veličin je shodný jako v předchozím. Proto na výstupní svorce 11 přesného převodníku čísla na kmitočet můžeme odebírat pravoúhlé impulsy s kmitočtem f přímo úměrným dekadickému ekvivalentu D_{10} kódové kombinace D.

Poněkud složitější způsob generování impulsu v číslicovém obvodu 10 je dán tím, že z důvodu vysoké přesnosti převodu je délka impulsu odvozena z referenčního kmitočtu f_r , který je dodáván z blíže neznázorněného oscilátoru řízeného krystalem. Okamžitý kmitočet výstupního signálu přesného převodníku čísla na kmitočet není z tohoto důvodu zcela přesně úměrný vstupní kódové kombinaci. V kapacitoru 5 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 kmitočet velmi přesný.

Blokovací signál B přiváděný na blokovací vstup číslicového obvodu 10, generovaný v blíže neznázorněných obvodech, slouží k zablokování druhého výstupu číslicového obvodu 10 v případě, kdy na číslicový vstup číslicově analogového převodníku 1 je přivedena kódová kombinace odpovídající nulovému kmitočtu. Blokovací vstup se využívá pouze při vyšších nárocích na stabilitu nuly výstupního kmitočtu.

Menší nevýhodou zapojení je okolnost, že zbytkový odpor sepnutého elektronického spínače 3 se přičítá k odporu rezistoru 4 a ovlivňuje tak velikost vybíjecího proudu kapacitoru 5. Zejména vadí změny tohoto zbytkového odporu v závislosti na protékajícím proudu nebo teplotě. Při vhodném výběru elektronického spínače je možno však tuto nevýhodu potlačit a běžně lze tímto způsobem realizovat 10 až 12-bitové převodníky čísla na kmitočet.

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

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Přesný převodník čísla na kmitočet, vyznačující se tím, že výstup kódové kombinace, odpovídající převáděnému číslu, je připojen na číslicový vstup číslicově analogového převodníku (1), jehož přímý proudový výstup je spojen s invertujícím vstupem operačního zesilovače (6), kde mezi invertujícím vstupem operačního zesilovače (6) a společným vodičem (7) je připojena sériová kombinace zdroje (2) referenčního napětí, elektronického spínače (3) a rezistoru (4) a mezi invertujícím vstupem operačního zesilovače (6) a jeho výstup je zapojen kapacitor (5), přičemž neinvertujícím vstupem operačního zesilovače (6) je spojen se společným vodičem (7) a jeho výstup potom s neinvertujícím vstupem komparátoru (9), zatímco mezi invertujícím vstupem komparátoru (9) a společným vodičem (7) je připojen zdroj (8) komparačního napětí, přičemž výstup komparátoru (9) je připojen na vstup číslicového obvodu (10), na jehož hodinový vstup je připojen výstup signálu o referenčním kmitočtu a na jehož blokovací vstup je připojen výstup blokovacího signálu, kde první výstup číslicového obvodu (10) je spojen s řídicím vstupem elektronického spínače (3) a druhý výstup číslicového obvodu (10) je spojen s výstupní svorkou (11) přesného převodníku čísla na kmitočet.

CS 268035 B1

