



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **66449** (13) **U**
(51) МПК (2011.01)
H02P 6/00ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ**ОПИС**
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту**(54) СПОСІБ КЕРУВАННЯ БЕЗКООНТАКТНИМ ДВИГУНОМ З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ**

1

2

(21) u201105109

(22) 21.04.2011

(24) 10.01.2012

(46) 10.01.2012, Бюл.№ 1, 2012 р.

(72) АКИНІН КОСТЯНТИН ПАВЛОВИЧ

(73) АКИНІН КОСТЯНТИН ПАВЛОВИЧ

(57) Спосіб керування безконтактним двигуном з постійними магнітами, що включає формування по сигналах двох датчиків Холла сигналу зворотного зв'язку, порівняння його із сигналом задання і вплив на підсилювач потужності в ланцюзі обмот-

ки статора двигуна, який **відрізняється** тим, що інвертують первинні сигнали двох датчиків Холла, із квазілінійних ділянок первинних та інвертованих сигналів формують кусково-лінійний сигнал, який порівнюють із опорним сигналом, в момент їх рівності формують імпульс сигналу зворотного зв'язку та змінюють величину опорного сигналу на величину кроку, величину якого визначають залежно від заданої на періоді первинних сигналів кількості імпульсів сигналу зворотного зв'язку.

Корисна модель належить до області електротехніки, зокрема до електроприводів на базі безконтактних двигунів з постійними магнітами (ПМБД) і може бути використана при побудові систем керування ПМБД із регульованою частотою обертання.

Відомий спосіб реалізований у регульованому електроприводі з енкодером на базі фотоелектричних датчиків [1] для формування сигналу зворотного зв'язку за частотою обертання. Недоліком цього способу є складність конструктивної реалізації такого пристрою та, як наслідок, відносно висока вартість та великі габарити для електроприводів малої потужності.

За найближчий аналог узятий найбільш близький по технічній суті спосіб керування, реалізований у вентильному електроприводі [2]. Спосіб полягає у впливі на підсилювачі потужності, включені у ланцюзі статора двигуна, сигналами, одержуваними за допомогою двох підсилювачів на підставі вихідних сигналів двох аналогових датчиків Холла і вихідного сигналу блока порівняння, що формується як результат обробки впливу заданої частоти обертання і вихідного сигналу зворотного зв'язку датчика частоти обертання, одержуваного в результаті порівняння сигналів на виході двох підсилювачів із фіксованими опорними сигналами та формуванні імпульсів сигналу зворотного зв'язку.

Недоліки найближчого аналога полягають у тому, що характеристики вихідних сигналів двох датчиків Холла можуть бути нестабільні внаслідок розкиду параметрів магнітних систем у різних двигунів, а також через неточну установку датчиків

при зборці двигуна. Вплив цих факторів призводить до неточного формування сигналів керування двигуном.

Задачею корисної моделі було підвищення точності та розширення діапазону регулювання частоти обертання ротора двигуна шляхом зміни величини опорного сигналу на кожному кроці формування імпульсного сигналу зворотного зв'язку та формування рівномірної послідовності імпульсів цього сигналу.

Ця задача вирішується тим, що при застосуванні способу керування ПМБД, заснованому на використанні первинних сигналів двох датчиків Холла, два первинні сигнали інвертують, із квазілінійних ділянок первинних та інвертованих сигналів формують кусково-лінійний сигнал, який порівнюють із опорним сигналом, в момент їх рівності формують імпульс сигналу зворотного зв'язку та змінюють величину опорного сигналу на величину кроку, величина якого визначається в залежності від заданої на періоді первинних сигналів кількості імпульсів сигналу зворотного зв'язку.

Досягнення нового позитивного ефекту обумовлено таким. Інвертування двох первинних сигналів датчиків Холла дозволяє із квазілінійних ділянок первинних та інвертованих сигналів сформувати кусково-лінійний сигнал. Формування імпульсу сигналу зворотного зв'язку в момент рівності опорного сигналу із кусково-лінійним сигналом та зміна при цьому величини опорного сигналу на величину кроку дозволяє перетворити кусково-лінійний сигнал у рівномірну послідовність імпульсів навіть в умовах не ідеальності первин-

(13) **U**
(11) **66449**
(19) **UA**

них сигналів. Таким чином, за рахунок формування рівномірної послідовності імпульсів сигналу зворотного зв'язку досягається підвищення точності та розширення діапазону регулювання частоти обертання ротора двигуна. Як приклад реалізації запропонованого способу представлений електропривод, робота якого пояснюється за допомогою креслень Фіг. 1 та Фіг. 2.

На Фіг. 1 представлена функціональна схема електропривода, що реалізує спосіб керування ПМБД.

На Фіг. 2 представлена схема роботи електропривода.

Електропривод містить ПМБД 1 (Фіг. 1), статорні обмотки якого підключені до виходу підсилювача потужності 2, перший та другий входи якого, входи інверторів 3 та 4, а також другий та четвертий входи блока формування кусково-лінійного сигналу 5 з'єднані відповідно з виходами датчиків Холла 6 та 7, входи інверторів 3 та 4 з'єднані з першим та третім входами блока формування кусково-лінійного сигналу 5, вихід якого з'єднаний з входом блока формування імпульсів 8, вихід блока порівняння 9 з'єднаний із третім входом підсилювача потужності 2, а перший і другий входи - з виходами блока формування імпульсів 8 та блока задання 10.

Спосіб здійснюють таким чином.

У залежності від поточного положення вала ротора двигуна на виході датчиків Холла 6 і 7 (Фіг. 1) з'являються два зсунених один щодо іншого на 90 електричних градусів перемінних сигналів x_{11} та x_{21} , відповідно до яких на виході інверторів 3 та 4 формуються інвертовані сигнали x_{12} та x_{22} . Відповідно до квазілінійних ділянок двох пар первинних та інвертованих сигналів на виході блока формування кусково-лінійного сигналу 5 з'являється кусково-лінійний сигнал x_3 (Фіг. 2). У блоці формування імпульсів 8 здійснюється порівняння сигналу x_3 з опорним сигналом x_0 . В момент їх рівності на виході блока формування імпульсів 8 з'являється імпульс сигналу x_4 зворотного зв'язку за частотою обертання. Одночасно із формуванням імпульсу здійснюється зміна величини опорного сигналу x_0 на величину кроку. У разі припущення постійності величини кроку Δx зміна величини опорного сигналу x_0 здійснюється у такий спосіб:

$$\begin{aligned} x_0(n+1) &= x_0(n) + \Delta x \text{ при } dx_3/dt > 0; \\ x_0(n+1) &= 2 \cdot x_{3\max} - x_0(n) - \Delta x \text{ при } x_0(n) + \Delta x > x_{3\max}; \\ x_0(n+1) &= x_0(n) - \Delta x \text{ при } dx_3/dt < 0; \\ x_0(n+1) &= 2 \cdot x_{3\min} - x_0(n) + \Delta x \text{ при } x_0(n) - \Delta x < x_{3\min}, \end{aligned}$$

де n - номер відліку опорного сигналу $x_0(n)$; $x_{3\max}$, $x_{3\min}$ - максимальне та мінімальне значення кусково-лінійного сигналу x_3 у точках перетину квазілінійних ділянок первинних та інвертованих сигналів. На Фіг. 2 рисками позначені точки пере-

тину кусково-лінійного сигналу x_3 із опорним сигналом x_0 .

У разі врахування нелінійності ділянок сигналу x_3 зміна величини опорного сигналу x_0 здійснюється у такий спосіб:

$$\begin{aligned} x_0(n+1) &= \sin(\arcsin(x_0(n)) + \Delta\alpha) \text{ при } dx_3/dt > 0; \\ x_0(n+1) &= \sin(2 \cdot \arcsin(x_{3\max}) - \arcsin(x_0(n)) - \Delta\alpha) \\ &\text{при } \sin(\arcsin(x_0(n)) + \Delta\alpha) > x_{3\max}; \\ x_0(n+1) &= \sin(\arcsin(x_0(n)) - \Delta\alpha) \text{ при } dx_3/dt < 0; \\ x_0(n+1) &= \sin(2 \cdot \arcsin(x_{3\min}) - \arcsin(x_0(n)) + \Delta\alpha) \\ &\text{при } \sin(\arcsin(x_0(n)) - \Delta\alpha) < x_{3\min}, \end{aligned}$$

де $\Delta\alpha$ - величину кроку кута повороту ротора (Фіг. 2). Останні співвідношення вірні за умови формування за амплітудою перемінних сигналів x_{11} , x_{21} , x_{12} та x_{22} , що мають синусоїдальну форму. При цьому функція $\sin(a)$ у співвідношеннях визначається на інтервалі: $-0,5\pi; < \alpha < 0,5\pi$.

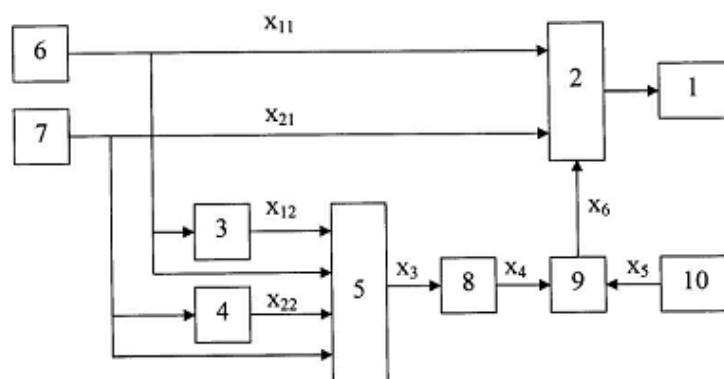
Величина кроку $\Delta\alpha$ визначається відповідно до заданої кількості імпульсів N сигналу зворотного зв'язку x_4 на періоді 2π первинних сигналів x_{11} та x_{21} : $\Delta\alpha = 2\pi / N$. Завдяки такому перетворенню досягається формування рівномірної послідовності імпульсів сигналу зворотного зв'язку за частотою обертання.

Відповідно до величин сигналів блока задання x_5 і зворотного зв'язку x_4 на виході блока порівняння 9 формується сигнал неузгодженості x_6 . На підставі поточних значень сигналів x_{11} , x_{21} та x_6 на виході підсилювача потужності 2 формуються сигнали керування двигуном 1.

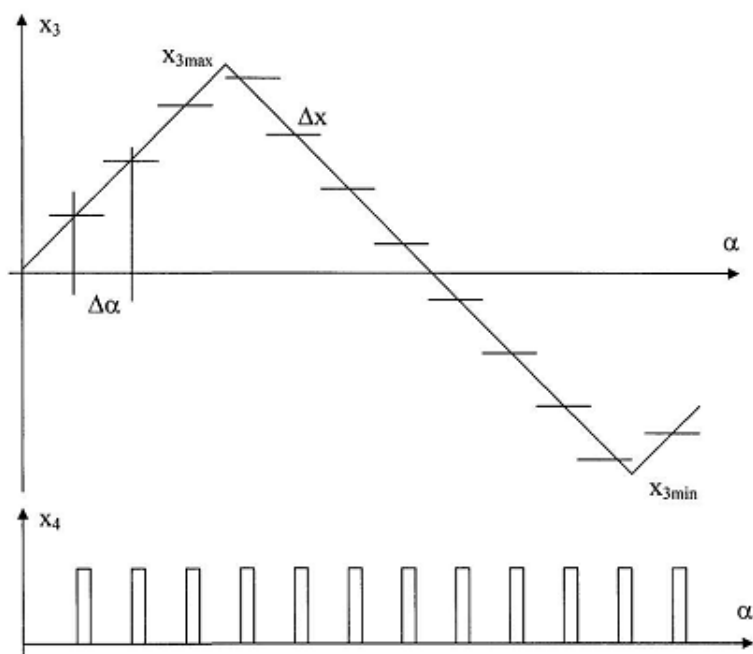
Таким чином, у новому технічному рішенні шляхом інвертування у відомому способі керування ПМБД (при якому по сигналах двох датчиків Холла формують сигнал зворотного зв'язку, порівнюють його із сигналом задання і впливають на підсилювач потужності в ланцюзі обмотки статора двигуна) первинних сигналів двох датчиків Холла, формування із квазілінійних ділянок первинних та інвертованих сигналів кусково-лінійного сигналу, порівняння отриманого сигналу з опорним сигналом, формування в момент їх рівності імпульсу сигналу зворотного зв'язку та зміни величини опорного сигналу на величину кроку, визначення величини кроку в залежності від заданої на періоді первинних сигналів кількості імпульсів сигналу зворотного зв'язку, досягається підвищення точності та розширення діапазону регулювання частоти обертання ротора двигуна за рахунок формування рівномірної послідовності імпульсів сигналу зворотного зв'язку.

Джерела інформації:

1. Болл Стюарт Р. Аналоговые интерфейсы микроконтроллеров. - М.: Издательский дом "Додека-XXI", 2007.-360 с. 2. Авторское свидетельство СССР № 1644349 по кл. H02P 6/02.



Фиг. 1



Фиг. 2