

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 246204 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **442977**

(22) Data zgłoszenia: **2022.11.29**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.05.15 BUP 20/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.12.16 WUP 51/2024**

(51) MKP:

H02P 6/30 (2016.01)

H02P 8/20 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA ŚWIĘTOKRZYSKA, Kielce, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:

ZBIGNIEW GORYCA, Radom, PL

SEBASTIAN RÓŻOWICZ, Bilcza, PL

KRZYSZTOF GORYCA, Warszawa, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Kamil Kot, Kielce, PL

(54) Tytuł:

Układ zadawania prędkości i kierunku ruchu silnika bezszczotkowego

PL 246204 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ zadawania prędkości i kierunku ruchu silnika bezszczotkowego, przeznaczony zwłaszcza do silników bezszczotkowych stosowanych w łodziach z napędem elektrycznym.

Łodzie z napędem elektrycznym są stosowane coraz częściej głównie ze względów ekologicznych ale także dlatego, że dopuszczone jest ich użycie w strefach ciszy i w rezerwach przyrody. Wyposażone są one w napędy elektryczne z silnikami komutatorowymi i silnikami bezszczotkowymi prądu stałego. Ruch dwukierunkowy silnika umożliwia pływanie do przodu i do tyłu. W przypadku silników komutatorowych z magnesami trwałymi zmiana kierunku wirowania dokonywana jest przez zmianę kierunku przepływu prądu w tworniku, dokonuje się to najczęściej przez specjalny przełącznik. W przypadku bezszczotkowych silników niezbędny jest przełącznik kierunku wirowania, umożliwiający zmianę stanu na wejściu układu sterującego silnikiem. Dodatkowo przy obu rodzajach silników potrzebny jest sygnał elektryczny, którego poziom definiuje prędkość obrotową silnika. Dotychczas stosowane łodzie z napędem spalinowym wyposażone są w jedną dźwignię określającą prędkość i kierunek ruchu silnika. Środkowe położenie tej dźwigni to brak ruchu silnika, wychylenie dźwigni do przodu to ruch łodzi do przodu, a stopień wychylenia dźwigni określa prędkość łodzi. Podobnie jest z wychyleniem dźwigni do tyłu i ruchem wstecznym łodzi. System tego sterowania jest ogólnie przyjęty w łodziach i jachtach motorowych. Układ zadawania prędkości i kierunku ruchu silnika bezszczotkowego wychodzi naprzeciw dotychczasowym przyzwyczajeniom sterników łodzi motorowych.

Znany jest z publikacji opisu patentowego PL159529 sposób i układ zadawania kierunku momentu napędowego silnika w układzie napędowym nawrotnym. W układzie tym wyjście regulatora prądu RI połączone jest z wejściem nieodwracającym wzmacniacza operacyjnego, którego wejście odwracające połączone jest do masy, a wyjście poprzez dzielnik rezystancyjny połączone jest z jednym z wejść wzmacniacza operacyjnego, którego drugie wejście połączone jest z wyjściem regulatora prędkości, przy czym wyjście wzmacniacza operacyjnego jest zarazem wyjściem całego układu.

Znany jest z publikacji opisu patentowego PL221551 sposób sterowania tranzystorami komutatora elektronicznego, przeznaczonego do zasilania silników bezszczotkowych prądu stałego, polegający na tym, że tranzystory komutatora są załączane w funkcji kąta elektrycznego i w funkcji czasu t od chwili załączenia komutatora. Zawsze załączony na stałe jest tylko jeden tranzystor, a drugi jest sterowany sygnałem o regulowanym wypełnieniu, przy czym są to po jednym tranzystorze grupy górnej i dolnej komutatora. Cykl zmiany sposobu sterowania tranzystorów danej grupy wynosi τ , jest stały, niezależna od częstotliwości wirowania silnika i odpowiednio dobrany w stosunku do częstotliwości przełączania zaworów i cieplnej stałej czasowej układu komutatora.

Układ zadawania prędkości i kierunku ruchu silnika bezszczotkowego, charakteryzuje się tym, że zbudowany jest z trzech wzmacniaczy operacyjnych, przy czym wyjście wzmacniacza połączone jest z anodą diody, i dwoma rezystorami, zaś katoda diody połączona jest z wejściem odwracającym wzmacniacza oraz z dwoma rezystorami oraz kolejnym rezystorem, który połączony jest szeregowo z katodą diody. Anoda diody połączona jest z katodą diody, z suwaniem potencjometru i z rezystorem, zaś potencjometr połączony jest przez rezystor do napięcia +12 V i przez rezystor do napięcia -12 V, przy czym rezystor połączony jest szeregowo z anodą diody, a katoda diody połączona jest z wejściem nieodwracającym wzmacniacza operacyjnego. Wejście odwracające tego wzmacniacza połączone jest z dwoma rezystorami, przy czym wejście odwracające wzmacniacza operacyjnego połączone jest z rezystorami, a wejście nieodwracające tego wzmacniacza połączone jest z masą układu.

Przedmiot wynalazku uwidoczniony jest w przykładzie wykonania na rysunku przedstawiającym schemat ideowy układu zadawania prędkości i kierunku ruchu silnika bezszczotkowego.

Układ zadawania prędkości i kierunku ruchu silnika bezszczotkowego, według wynalazku, zbudowany jest ze wzmacniaczy operacyjnych **U1A**, **U1B** i **U1C**. Wyjście wzmacniacza **U1A** połączone jest z anodą diody **D3**, rezystorem **R6** i rezystorem **R7**. Katoda diody **D3** połączona jest z wejściem odwracającym wzmacniacza **U1A** oraz z rezystorami **R3**, **R6** i rezystorem **R4**, który połączony jest szeregowo z katodą diody **D1**. Anoda diody **D1** połączona jest z katodą diody **D2**, z suwaniem potencjometru **P** i z rezystorem **R9**. Potencjometr **P** połączony jest przez rezystor **R1** do napięcia +12 V i przez rezystor **R2** do napięcia -12 V. Rezystor **R9** połączony jest szeregowo z anodą diody **D4**. Katoda diody **D4** połączona jest z wejściem nieodwracającym wzmacniacza operacyjnego **U1B**. Wejście odwracające

wzmacniacza **U1B** połączone jest z rezystorami **R10** i **R11**. Wejście odwracające wzmacniacza operacyjnego **U1C** połączone jest z rezystorami **R7** i **R8**, a wejście nieodwracające tego wzmacniacza połączone jest z masą układu.

Układ działa następująco. Przy środkowym położeniu suwaka potencjometru **P** (napięcie na suwaku osiąga wartość 0 V) napięcie na wyjściu wzmacniacza operacyjnego **U1A** ma wartość zero, co skutkuje także zerową wartością na wyjściu wzmacniacza operacyjnego **U1C** – sygnał **PRĘDKOŚĆ** ma wartość zero. Przy tym położeniu suwaka potencjometru **P** napięcie na wyjściu wzmacniacza **U1B** ma także wartość zero – sygnał **KIERUNEK** ma wartość zero. Gdy suwak potencjometru przesuniemy do góry (oznacza to jazdę łodzi do przodu) na wyjściu wzmacniacza **U1A** pojawia się sygnał ujemny, gdyż dodatnie napięcie jest dostarczane przez diodę **D1** i rezystor **R4** do odwracającego wejścia wzmacniacza **U1A**. To ujemne napięcie jest odwracane we wzmacniaczu operacyjnym **U1C** i sygnał **PRĘDKOŚĆ** ma wartość dodatnią proporcjonalną do stopnia przesunięcia suwaka potencjometru **P**. Przesunięcie suwaka potencjometru **P** do góry skutkuje także dostarczeniem dodatniego napięcia do wejścia nieodwracającego wzmacniacza **U1B**, co powoduje sygnał dodatni na wyjściu tego wzmacniacza – sygnał **KIERUNEK** ma wówczas wartość 1 (logicznej jedynki). Gdy suwak potencjometru **P** przesuniemy do dołu (oznacza to jazdę łodzi do tyłu) na wyjściu wzmacniacza **U1A** pojawia się sygnał ujemny, gdyż ujemne napięcie jest dostarczane przez diodę **D2** i rezystor **R5** do nieodwracającego wejścia tego wzmacniacza (**U1A**). To ujemne napięcie jest odwracane we wzmacniaczu operacyjnym **U1C** i sygnał **PRĘDKOŚĆ** ma w tym przypadku także wartość dodatnią proporcjonalną do stopnia przesunięcia suwaka potencjometru **P**. Przy przesunięciu suwaka potencjometru **P** do dołu napięcie wyjściowe wzmacniacza **U1B** osiąga zero, gdyż dioda **D4** blokuje ujemny sygnał z suwaka potencjometru **P**.

Zastrzeżenie patentowe

1. Układ zadawania prędkości i kierunku ruchu silnika bezszczotkowego, **znamienny tym**, że zbudowany jest z trzech wzmacniaczy operacyjnych (**U1A**, **U1B**, **U1C**), przy czym wyjście wzmacniacza (**U1A**) połączone jest z anodą diody (**D3**), i dwoma rezystorami (**R6**, **R7**), zaś katoda diody (**D3**) połączona jest z wejściem odwracającym wzmacniacza (**U1A**) oraz z dwoma rezystorami (**R3**, **R6**) oraz kolejnym rezystorem (**R4**), który połączony jest szeregowo z katodą diody (**D1**), przy czym anoda diody (**D1**) połączona jest z katodą diody (**D2**), z suwaniem potencjometru (**P**) i z rezystorem (**R9**), zaś potencjometr (**P**) połączony jest przez rezystor (**R1**) do napięcia +12 V i przez rezystor (**R2**) do napięcia -12 V, przy czym rezystor (**R9**) połączony jest szeregowo z anodą diody (**D4**), a katoda diody (**D4**) połączona jest z wejściem nieodwracającym wzmacniacza operacyjnego (**U1B**), przy czym wejście odwracające tego wzmacniacza (**U1B**) połączone jest z dwoma rezystorami (**R10**, **R11**), przy czym wejście odwracające wzmacniacza operacyjnego (**U1C**) połączone jest z rezystorami (**R7**, **R8**), a wejście nieodwracające tego wzmacniacza połączone jest z masą układu.

Rysunek

