

*W literaturze przeznaczanej dla elektroników opisano już wiele konstrukcji zamków elektro-
nicznych. Obecnie chcemy przedstawić Czytelnikom opis siłownika elektrycznego, przeznaczanego w zasadzie do przesuwania rygla zamka od drzwi wejściowych lub sejfu. Jest on nowoczesnym rozwiązaniem wykorzystującym silnik krokowy - nowość w konstrukcjach amatorskich.*

Przez zastosowanie tak jeszcze mało znanego w konstrukcjach hobbystycznych typu silnika unikamy konieczności stosowania rozbudowanej przekładni mechanicznej, niezbędnej przy współpracy z tradycyjnymi silnikami prądu stałego. Ogromną zaletą proponowanego rozwiązania jest fakt, że silniki krokowe pracują niemal bezszelestnie oraz to, że są to elementy praktycznie bezawaryjne. Silnik krokowy nie posiada żadnych elementów zużywających się podczas pracy, jeżeli nie liczyć dwóch solidnych łożysk kulowych, które w normalnych warunkach eksploatacji powinny starczyć na dziesiątki lat. Nie musimy się martwić o stan szczepek i płytek komutatora powodujących większość awa-

Siłownik do sterowania rygla zamka

rii silników prądu stałego i generujących zakłócenia radioelektryczne.

Wycofane z eksploatacji stacje dysków, od komputerów PC, o pojemności 360 kB są źródłem „zdobywania” silników krokowych.

Założenia konstrukcyjne:

1. Układ musi zapewniać zasilanie cewek silnika krokowego dwufazowego według schematu pokazanego na **rysunku 1**, gdzie strzałkami zaznaczono kierunek przepływu prądu.
2. Układ musi umożliwiać zaprogramowanie ilości obrotów lub nawet pojedynczych kroków jakie silnik ma wykonać.
3. W celu zwiększenia uniwersalności dość złożonego układu musi istnieć możliwość ręcznego sterowania silnikiem.

Jak to działa?

Schemat elektryczny proponowanego sterownika silników krokowych pokazany został na **rysunku 2**.

Analizę pracy układu rozpoczniemy od momentu, kiedy urządzenie pozostaje w spoczynku nie wykonując żadnych czynności. Obydwa przerzutniki J-K (U4) są w tej chwili wyzerowane. Wyzerowane są także wszystkie liczniki a dekodery 4555 (U1B) jest w stanie nieaktywnym. Na głównym wejściu urządzenia - IN panuje stan wysoki, a właściwie nie jest ono po prostu zwarte do masy, w konsekwencji powyż-

szego na wyjściu bramki U3D mamy stan niski.

Na wejście IN układu podany zostaje stan niski, zostaje ono zwarte do masy np. przez tranzystor wyjściowy zamka szyfrowego AVT-144. Kondensator C6 zaczyna się rozładowywać, w pewnym momencie napięcie na wejściu bramki z histerezą osiągnie próg przełączania i na wejściu tej bramki pojawi się stan niski. Konsekwencje tego faktu będą następujące:

1. Na wyjściu U3D postanie stan wysoki, na wejściu zegarowym przerzutnika U4A pojawi się wstępujące zbocze sygnału i przerzutnik ten włączy się. Na wejściu zegarowym drugiego przerzutnika pojawi się wprawdzie zbocze opadające sygnału zegarowego, ale niczego to nie zmienia, ponieważ aktywnym zboczem na tym wejściu jest zbocze wstępujące.
2. Stan niski wytworzony na wyjściu /Q U4A zostaje podany na wejście J przerzutnika U4B, blokując jakąkolwiek możliwość włączenia się tego przerzutnika.
3. Przed zwarciem do masy wejścia układu i zmianą stanu przerzutnika stany logiczne na wejściu bramki EX-OR U6B były jednakowe, co spełniało warunek powstania na wyjściu bramki tego typu stanu wysokiego. Obecnie te stany różnią się od siebie i na wyjściu U6B pojawia się stan niski.
4. Logiczny poziom „0” z wyjścia U6D zostaje doprowadzony do wejść zerujących liczników binarnych zawartych w strukturze układu U5 oraz do wejścia zerującego U2. Po zanegowaniu przez pracującą jako inwerter bramkę U3C stan ten powoduje odblokowanie ge-

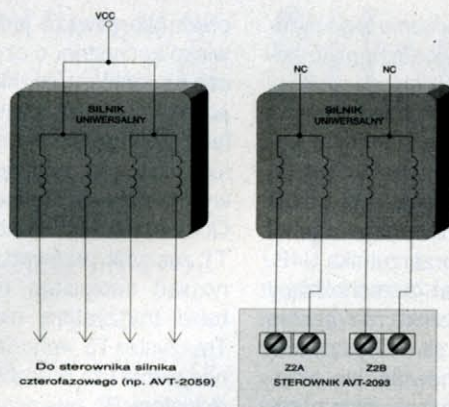
neratora zbudowanego na bramce U3B i cały układ rozpoczyna pracę.

W zależności od położenia jumpera JP4 impulsy z generatora U3B lub te same, lecz podzielone przez 16 w liczniku U5B, trafiają do wejścia CLK licznika U2. Wyjście generatora jest także bezpośrednio połączone z wejściem licznika U5A, który rozpoczyna zliczanie nadchodzących impulsów, a stany z jego „najmłodszych” wyjść Q0 i Q1 przekazywane są na wejścia bramek EX-OR U6A i U6B. Na pozostałych wejściach tych bramek panuje stan logiczny „0”, ponieważ przerzutnik U4B, z którego wyjściem Q połączone są te wejścia jest wyłączony. Tak więc sygnał dostarczany na wejścia tych bramek przechodzi przez nie w postaci zanegowanej i następnie kierowany jest na wejścia dekodera 1 z 4 - U1B. Dekoder ten został już uprzednio przygotowany do pracy przez wymuszenie na jego wejściu zezwalającym stanu niskiego i teraz na jego wyjściach zaczyna kolejno pojawiać się stan wysoki. Ponieważ, jak przed chwilą stwierdzono, kod wejściowy dekodera U1B jest zanegowany to stan wysoki na wyjściach tego układu przesuwają się „do tyłu”, od wyjścia Q3 do Q0. W tym momencie pozwólmy sobie na małą dygresję: pojęcia „do przodu” i „do tyłu” mają przy analizie pracy układu znaczenie wyłącznie umowne, ponieważ właściwy kierunek obrotów silnika i tak ustalimy doświadczalnie podczas uruchamiania sterownika. Wyjścia dekodera połączone są z układem wykonawczym, który omówimy za chwilę, po zakończeniu omawiania części cyfrowej układu.

Jedną z najważniejszych funkcji w układzie pełni dwunastostopniowy licznik binar-

Rys.1

Krok	Uzwojenie A	Uzwojenie B
1	→	
2		→
3	←	
4		←



Rys. 3 Sposób podłączenia 2 typów silników krokowych do sterownika

Spolaryzowanie tranzystora T4 spowoduje znowu przepływ prądu przez cewkę A silnika, ale tym razem w odwrotnym kierunku, umownie Z. Po kolejnym impulsie zegarowym uaktywni się ostatnie wyjście dekodera i spolaryzowany zostanie tranzystor T10. Prąd płynący przez cewkę B silnika krokowego w kierunku Z spowoduje obrót wirnika o czwartą, kolejny krok. Następne impulsy zegarowe spowodują powtórzenie się opisanych zjawisk i dalsze obracanie się silnika.

Jeżeli stany wysokie będą przesuwane się na wyjściach dekodera w odwrotnym kierunku to silnik także będzie obracał się „do tyłu”.

Wspomniano wyżej, że przypadek kiedy silnik w stanie spoczynku nie jest zasilany, może być niekiedy zjawiskiem niekorzystnym. Przy zastosowaniu sterownika do przesuwania rygla zamka fakt ten nie ma najmniejszego znaczenia.

Gdybyśmy chcieli jednak silnika sterowanego przez opisany układ użyć np. do unoszenia lub opuszczania jakiegoś ciężkiego elementu, to konieczne może okazać się przekonstruowanie układu. Pozostawienie jednego z uzwojeń silnika podłączonego do zasilania powoduje bowiem efekt „hamulca ręcznego” znacznie utrudniając obrócenie wirnika. Efekt hamowania da także zwarcie uzwojeń, lecz siła hamowania przy prędkości obrotowej równej zeru będzie wtedy także zerowa.

Aby uzyskać efekt „zaciągnięcia hamulca” po zakończeniu cyklu pracy wystarczy przeciąć ścieżkę idącą do wejścia zezwalającego na pracę dekodera U1B (nóżka 15) i wejście to na stałe połączyć masą. W takiej sytuacji po zakończeniu cyklu pracy

prąd będzie stale płynął przez ostatnią zasiloną cewkę. Stosując tą metodę musimy pamiętać, że o ile w wersji podstawowej układ będący w stanie spoczynku praktycznie nie pobiera prądu, to w wersji z hamowaniem silnika przez jedną z jego cewek zawsze będzie płynął prąd. Jeżeli nie przekroczymy maksymalnego dla danego typu silnika napięcia zasilania, to fakt ten nie grozi uszkodzeniem silnika. W każdym wypadku wyklucza jednak zastosowanie zasilania bateryjnego i niekiedy może spowodować konieczność zastosowania radiatorów do tranzystorów mocy.

Chwili uwagi wymaga jeszcze fragment układu z jumperami JP2 i JP3. Przelączniki te umożliwiają wyłączenie całego układu automatyki i przejście na ręczne sterowanie silnikiem. Po przestawianiu jumperów w pozycję MANUAL silnik będzie bezpośrednio sterowany przez podawanie stanu wysokiego na wejście IN A lub IN B.

Fragment układu z tranzystorem T13 i diodą LED1 jest opcjonalny i nie zawsze musimy go montować. Został on zaprojektowany w celu umożliwienia optycznej sygnalizacji pracy silnika. Silniki krokowe pracują prawie bezszelestnie i niekiedy moglibyśmy mieć kłopot ze stwierdzeniem, czy rygiel zamka został już odsunięty. Punkt oznaczony X należy podłączyć za pomocą od-

cinka przewodu (najlepiej kyanaru) do jednego z wyjść licznika U2, tak aby uzyskać migotanie diody z częstotliwością kilku Hz. Nic nie stoi na przeszkodzie, aby zamiast (obok) diody świecącej zastosować przetwornik piezo z generatorem. Uzyskamy wtedy sygnalizację akustyczną pracy silnika.

Montaż i uruchomienie

Na rysunku 4 przedstawiony został widok płytki drukowanej i rozmieszczenie na niej elementów. Na wstępie jedna uwaga: płytka została zaprojektowana dość „gęsto” i znajduje się na niej wiele elementów dyskretnych umieszczonych bardzo blisko siebie. Aby więc nie zmniejszać czytelności opisu płytki nie zamieszczono na niej numeracji diod D1 ... D22, a jedynie zaznaczono symbolami ich położenie. Podczas montażu nie będzie to najmniejszym utrudnieniem, ponieważ wszystkie zastosowane diody są tego samego typu i jest dokładnie obojętne, gdzie którą z nich umieścimy. Montaż przeprowadzamy według znanych i wielokrotnie opisywanych reguł, rozpoczynając od elementów najmniejszych a kończąc na tranzystorach mocy i podstawkach pod układy scalone. Przy stosowaniu silników małej i średniej mocy tranzystory wykonawcze, pracujące zawsze w pełnym nasyceniu, nie wymagają stosowania radiatorów. Po wizualnym sprawdzeniu poprawności montażu umieszczamy układy scalone w podstawkach i „odpalamy” układ przez dołączenie do niego silnika i zasilania. Z podłączeniem silnika możemy mieć chwilę kłopotu, ponieważ oznaczeń przewodów silników krokowych jest tyle, ile ich producentów, a i samych silników mamy przynajmniej trzy rodzaje. Dlatego też omówimy ten etap uruchamiania urządzenia nieco szerzej.

1. Połączenie silników dwu-uzwojeniowych ze sterownikiem.

Silniki takie, najbardziej obecnie rozpowszechnione i ła-

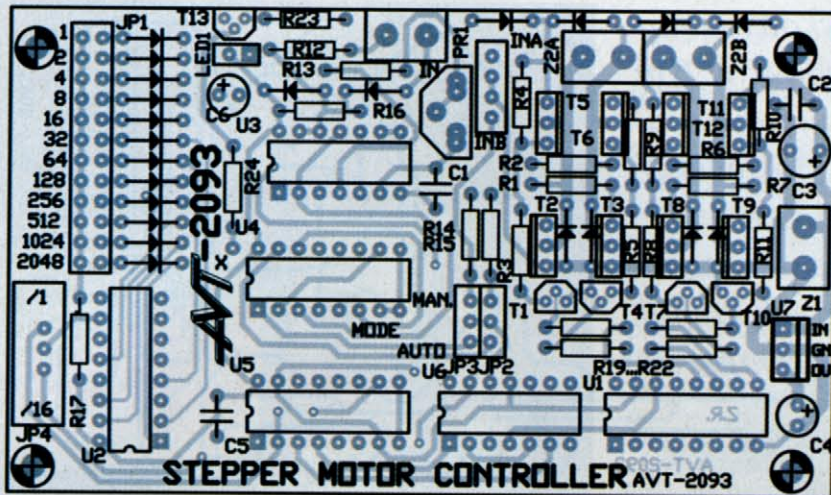
Wykaz elementów.

Kondensatory

C1, C2	150nF
C3	470µF / 16V
C4	220µF / 16V
C5	100µF / 16V
C6	1µF / 50V
Rezystory	
PR1	- 470kΩ
R1, R2, R3, R5, R6, R7, R8, R11, R23	- 560Ω
R4, R9, R10, R18	- 220Ω
R12, R14, R15, R17	- 100kΩ
R13	- 1MΩ
R16	- 33kΩ
R19, R20, R21, R22, R24	- 10kΩ

Półprzewodniki

D1...D22	1N4148 lub odpowiednik
T1, T4, T10, T7, T13	BC548 lub odpowiednik
T2, T3, T8, T9	BD139 lub odpowiednik
T5, T6, T11, T12	BD140 lub odpowiednik
U1	CMOS4555
U2	CMOS4040
U3	CMOS4093
U4	CMOS4027
U5	CMOS4520
U6	CMOS4077
U7	7805
LED1	dioda LED dowolnego koloru
Pozostałe.	
Z1, Z2B, Z2A, IN	ARK2
IN A + IN B	4 goldpiny
JP1	szereg podwójnych goldpinów (12) + 12 jumperów
JP2...JP4	trzy goldpiny + jumper



Rys. 4 Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej

twe do nabycia na wyprzedzających „demobilowych” stacji dysków od komputerów PC, posiadają wyprowadzone na zewnątrz obudowy cztery, najczęściej wielokolorowe przewody. W większości przypadków do stwierdzenia, które przewody należą do którego uzwojenia wystarczy oględziny silnika. Jeżeli tą drogą nie uda nam się tego ustalić, to pozostaje zlokalizowanie odpowiednich końcówek za pomocą omomierza.

2. Połączenie silników cztero - uzwojeniowych z sześcioma wyprowadzeniami.

Są to silniki uniwersalne, mogące pracować zarówno w trybie czerofazowym jak i dwufazowym ze zmianą biegunowości przepływu prądu przez uzwojenia. My oczywiście wykorzystamy ten drugi tryb pracy, a połączenia wykonamy wzorując się na rysunku 3.

Podobnie jak w przypadku silnika dwufazowego może tu zajść konieczność zlokalizowania wyprowadzeń uzwojeń za pomocą omomierza.

Ostatnią czynnością jaka nam pozostała jest dołączenie silnika do sterownika. Najpierw jednak ustawmy poten-

ciometr regulacyjny PR1 mniej więcej w środkowym położeniu. Jeżeli nie znamy parametrów zastosowanego silnika to nie wiemy, jaka jest maksymalna częstotliwość przełączania prądu płynącego przez cewki. Jednak przy takim położeniu PR1 i z elementami o wartościach podanych na schemacie każdy silnik będzie pracował w miarę poprawnie. Następnie dołączamy do sterownika cewki silnika i włączamy zasilanie. Przy próbach najwygodniej będzie stosować tryb sterowania ręcznego i dlatego jumpery JP2 i JP3 ustawiamy w pozycji przeciwnej do pokazanej na schemacie i zwieramy do masy jedno z wejść - IN A lub IN B. Mamy teraz dwie możliwości: albo silnik od razu będzie pracował poprawnie, albo będzie jedynie drgał. W drugim wypadku zamieniamy miejscami końcówki wyprowadzeń jednej z cewek.

Ostatnią czynnością będzie ustalenie maksymalnej częstotliwości generatora z U3B. Częstotliwość jego pracy powoli zwiększamy przez zmniejszanie rezystancji PR1, jednocześnie obserwując pracę

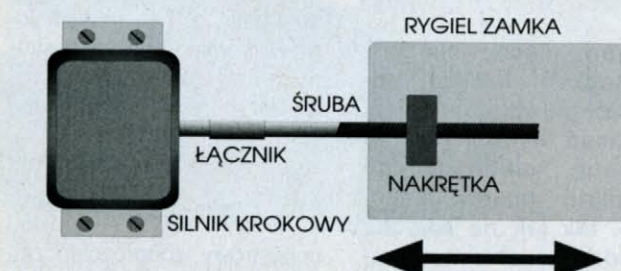
silnika. Jego obroty będą się zwiększać, ale w pewnym momencie zauważymy (hamując silnik ręką) wyraźny spadek momentu obrotowego. Jest to znak, że przekroczyliśmy maksymalną częstotliwość i musimy odrobinę zwiększyć rezystancję PR1. O ile dla każdego silnika krokowego istnieje pewna maksymalna prędkość obrotowa, to pojęcie prędkości minimalnej nie jest dla tego

urządzenia znane. W przypadku zastosowania silnika do napędu rygla zamka będzie oczywiście wykorzystywać prędkość zbliżoną do maksymalnej. Jednak w innych zastosowaniach możemy stosować prędkości dowolnie małe. Jeżeli zakres regulacji z elementami pokazanymi na schemacie okaże się zbyt mały, to zawsze możemy go zwiększyć przez zastosowanie kondensatora C1 o większej pojemności.

Pozostał nam jeszcze problem zamiany ruchu obrotowego silnika na posuwisto - zwrotny potrzebny do poruszania rygla. Przykładowy schemat rozwiązania mechanicznego widzimy na rysunku 5. Jak widać, wykorzystano tu najprostszą przekładnię śrubową, wykonaną z obciętej śruby o średnicy zbliżonej do średnicy wału silnika i nakrętki zamocowanej do rygla.

Tak prosta konstrukcja nie wymaga chyba żadnych więcej komentarzy.

Zbigniew Raabe



Rys. 5

➤ optoelektronika

➤ kondensatory

➤ rezystory

➤ potencjometry

➤ elementy stykowe

➤ przyciski podświetlane

➤ lampy elektronowe

➤ anteny i osprzęt antenowy

➤ wkładki i gniazda bezpiecznikowe

➤ podstawki układów scalonych

➤ warystory, termistory, fotorezystory

➤ układy scalone

tranzystory

diody

tyrystory

triaki

diaki

UNITRA UNIZET

PODZESPOŁY I ELEMENTY ELEKTRO- NICZNE

JESTEŚMY WYMARZONYM PARTNEREM DLA KAŻDEGO.

PROWADZIMY SPRZEDAŻ HURTOWĄ I DETALICZNĄ BEZPOŚREDNIĄ I WYSYŁKOWĄ.

CTHPE UNITRA UNIZET

00-950 Warszawa
ul. Kolejowa 15/17
tel. (0-22) 632-11-48; 632-72-85
632-18-75
fax (0-22) 632-23-36
tłx 813435

Oferujemy ponad 100 zestawów do samodzielnego montażu!