

Sterownik dwufazowych silników krokowych

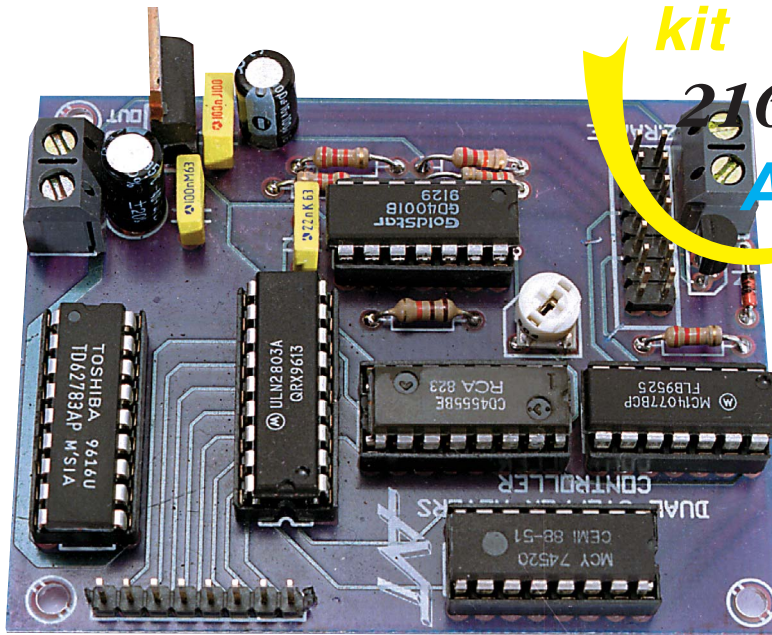
Do czego to służy?

A po diabła nam nowy sterownik silników krokowych? Przecież autor popełnił już jeden taki układ, kit jest nieustannie produkowany i Czytelnicy zbudowali już wcale pokazać ilość tych sterowników. Wszystko to prawda, ale układ AVT-2059 zwyczajnie nie wytrzymał próby czasu. Nie to, aby był źle zaprojektowany, tu wszystko było i jest w porządku. Po prostu powstały poważne kłopoty z zdobywaniem odpowiednich silników! Układ AVT-2059 przeznaczony jest do współpracy z silnikami krokowymi czterofazowymi, które były powszechnie stosowane w stacjach dysków elastycznych 360kB. W momencie opracowywania konstrukcji takie stacje przedstawiały już tylko wartość złomu i były wycofywane z użycia. Wydawało się, że źródło pozyskiwania silników jest wręcz niewyczerpane i że AVT zapewni Czytelnikom ich stałe dostawy. Tymczasem stało się inaczej: źródło bardzo szybko wyschło, najprawdopodobniej hurtownicy nie mieli już powodu do zajmowania się tak przestarzałymi urządzeniami. Obecnie na złomowiskach lądują już stacje 1,2 MB, a w takich stacjach stosowane są w założeniu silniki nowszej generacji – dwufazowe. Mają one liczne zalety w porównaniu z silnikami dwufazowymi: mogą posiadać mniejsze wymiary i większą sprawność. Ich budowa jest zdecydowanie prostsza, co rzutuje na cenę. Tak więc koniecznością chwili stało się opracowanie nowego sterownika, przeznaczonego do zasilania silników dwufazowych. Właściwie nie tylko dwufazowych: wiele silników czterofazowych może bez najmniejszych przeróbek pracować jako dwufazowe (wspomniemy jeszcze o tym w dalszej części artykułu).

Proponowany układ jest w pełni kompatybilny ze sterownikiem AVT-2059. Wymaga takiego samego zasilania, może być sterowany identycznymi sygnałami i co bardzo ważne: płytka obwodu drukowanego posiada identyczne wymiary. Jeżeli ktoś zaprojektował już lub nawet wykonał część mechaniczną pojazdu – robota przeznaczonego do napędzania silnikami czterofazowymi, nie musi się martwić. Stosunkowo łatwo dostępne są silniki dwufazowe o identycznych wymiarach jak wymontowywane ze stacji dysków silniki czterofazowe.

Jak to działa?

Schemat elektryczny sterownika silników dwufazowych pokazany został na ry-



sunku 1. Zanim jednak przejdziemy do jego analizy, warto powiedzieć parę słów na temat samych tych silników. Czym różnią się one od znanych już nam silników czterofazowych? Silniki czterofazowe posiadają cztery cewki (lub większą ich ilość, ale połączonych w cztery, osobno zasilane grupy) i obrót silnika uzyskujemy przez cykliczne przepuszczanie prądu przez kolejne cewki. Ważne jest, że prąd nie musi zmieniać kierunku, co bardzo upraszcza konstrukcję sterownika. Natomiast łatwo odgadnąć, że silniki dwufazowe wyposażone są w dwie cewki (lub dwie grupy cewek). Zaprojektowanie sterownika do tych silników komplikuje fakt, że prąd płynący w cewkach musi tym razem zmieniać kierunek, co czyni sterownik AVT-2057 całkowicie nieprzydatnym do ich zasilania. W tabeli 1 pokazano, w jaki sposób muszą być

zasilane cewki silnika dwufazowego (strzałkami oznaczono kierunek przepływu prądu).

Jedynym sensownym rozwiązaniem wydają się wobec tego być umieszczenie każdej z cewek w przekątnej mostka utworzonego z czterech tranzystorów. Polaryzując parami bazy tranzystorów moglibyśmy uzyskać przepływ prądu w dowolnym kierunku, tak jak pokazano na rysunku 2.

Właśnie na takiej zasadzie będzie działać nasz sterownik, z tym, że pojedyncze tranzystory zastąpione zostały dwoma układami scalonymi, z których każdy zawiera po osiem tranzystorów Darlingtona wraz z rezystorami ograniczającymi prąd

Tabela 1

Obrót w prawo (umownie)		
	CEWKA1	CEWKA2
KROK1	→	
KROK2		→
KROK3	←	
KROK4		←
Obrót w lewo (umownie)		
	CEWKA1	CEWKA2
KROK1		←
KROK2	←	
KROK3		→
KROK4	→	

Wykaz elementów

Rezystory

R1: 10k
R2: potencjometr montażowy 470k
R3, R4, R5, R6, R7: 22k

Kondensatory

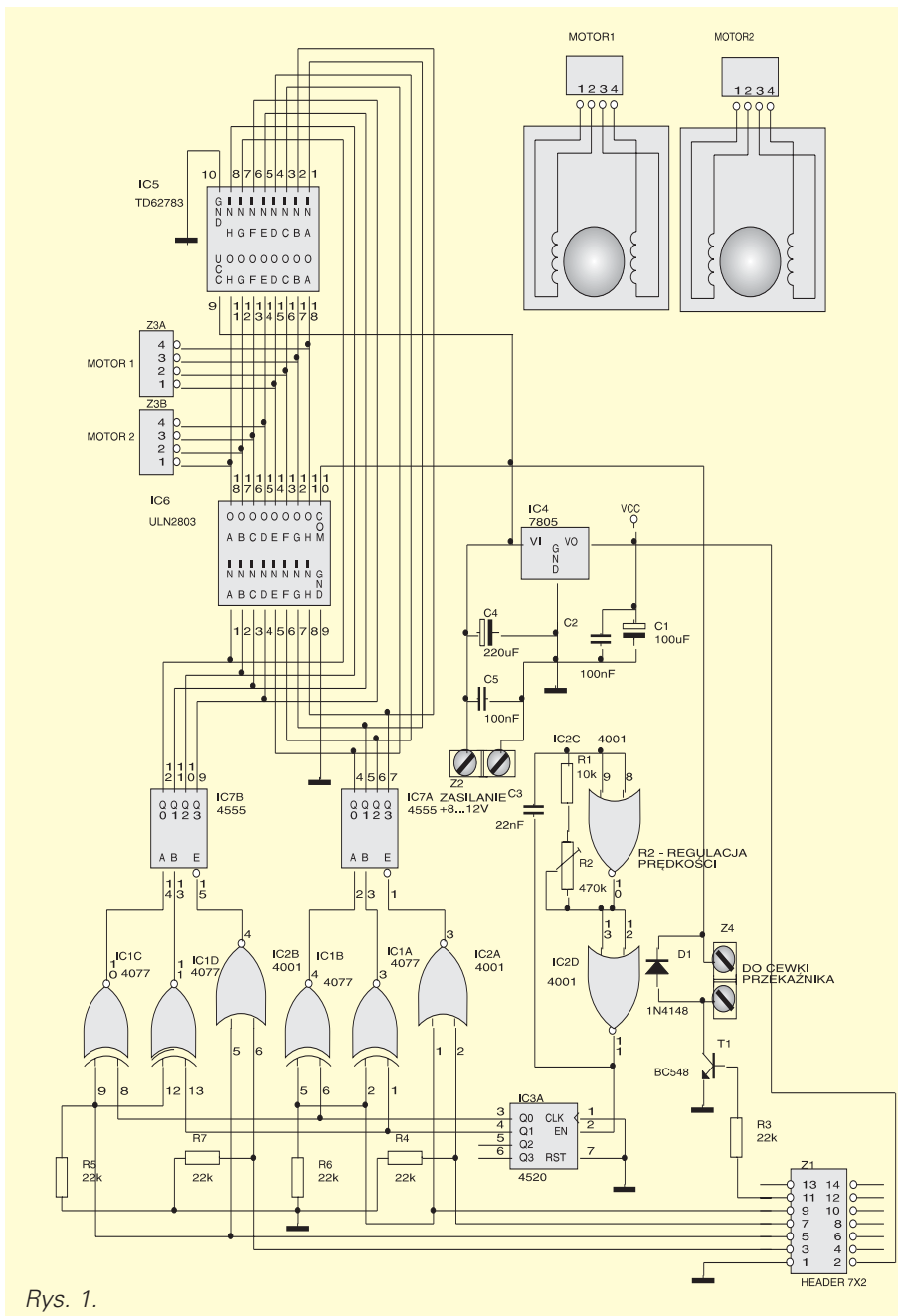
C1: 100uF/10V
C5, C2: 100nF
C3: 22nF
C4: 220uF/16V

Półprzewodniki

D1: 1N4148 lub odpowiednik
IC1: 4077
IC2: 4001
IC3: 4520
IC4: 7805
IC5: TD62783 lub odpowiednik
IC6: ULN2803
IC7: 4555
T1: BC548 lub odpowiednik

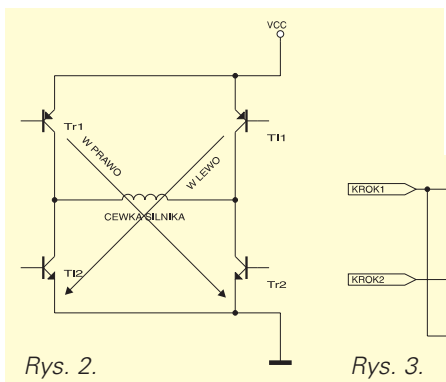
Pozostałe

Z1: 2x7 goldpin
Z2, Z4: ARK2
Z3: 1x8 goldpin
2 złącza zaciskowe 14 + odcinek kabla taśmowego 14 żyłowego ok. 20cm



Rys. 1.

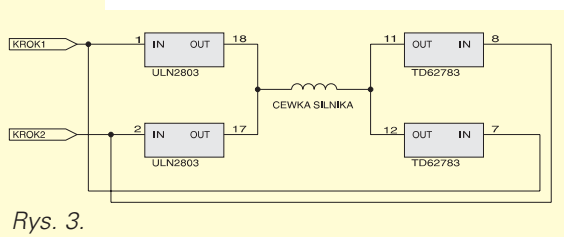
bazy i diodami zabezpieczającymi tranzystory przed przepięciami. Jeden z tych układów – ULN2803 zasilający cewki od strony minusa zasilania to nasz stary znajomy, był już stosowany w kilku projektach serii 2000, a także w sterowniku



Rys. 2.

AVT-2059. O drugim, TD62783, którego zadaniem jest zasilanie cewek od strony plusa powiemy jeszcze parę słów.

Zabierzmy się wreszcie za opis schematu sterownika. Jako punkt wyjścia przyjmijmy stan spoczynkowy, w którym żaden z silników nie pracuje. Na wejściach sterujących pracą silników (3, 5, 7 i 9 na złączu Z1) panuje stan niski wymuszony przez rezystory R4...R7. Jeżeli teraz np. na wejście Z1 3 podamy stan



Rys. 3.

wysoki (np. z programatora AVT2047 lub z komputera za pośrednictwem interfejsu AVT-2027) to stan wysoki pojawi się na jednym z wejść bramki IC2B. Jest to bramka typu NOR, na której wyjściu stan wysoki istnieje wtedy i tylko wtedy kiedy na obydwóch wejściach mamy stan niski. Tak więc na wyjściu tej bramki zostanie wymuszony stan niski i w konsekwencji uaktywni się dekodery IC7B. Stan wysoki z wejścia 3 Z4 przekazany został także na połączone ze sobą wejścia bramek IC1D i IC1C. Zgodnie z zasadą działania bramki typu EXCLUSIVE OR stany logiczne z pozostałych wejść tych bramek przenoszone są na wyjścia bez zmian. Do tych wejść dołączone są wyjścia licznika binarnego IC3A i stany z tych wyjść przekazywane są teraz na wejścia aktywnego obecnie dekodera IC7B, który wysterowuje wejścia driverów mocy IC5 i IC6. W danym momencie zostaje włączony jeden driver z kostki ULN2803 i jeden z kostki TD62783. Ponieważ schemat na rysunku 1 jest nieco zagmatwany, na **rysunku 3** przedstawiono „powiększenie” jego fragmentu, najlepiej ilustrujące zasadę działania połączonych w mostek driverów. O ile driver ULN2803 możemy w przybliżeniu traktować jako tranzystor Darlingtona, to kostka TD62783 posiada w swoim wnętrzu osiem bardziej skomplikowanych struktur. Każdy z tranzystorów Darlingtona w tej kostce posiada jeszcze sterujący układ logiczny, który może być zasilany (tak jak w naszym przypadku) z osobnego napięcia.

Uzwojenia silnika są kolejno zasilane zgodnie z tabelą 1 i silnik zaczyna obracać się w kierunku zgodnym z wskazówkami zegara (umownie). Jeżeli teraz stan wysoki pojawi się na wejściu 5 Z1 to stan niski z wyjścia bramki IC2B także uaktywni dekodery IC7B. Natomiast połączone ze sobą wejścia bramek IC1D i IC1C pozostaną w stanie niskim wymuszonym przez rezystor R5. W konsekwencji tego sygnał z wyjść licznika IC3A będzie przekazywany na wejścia dekodera w postaci zanegowanej i silnik będzie się obracał przeciwnie do kierunku wskazówek zegara (oczywiście także umownie).

Efektów uaktywnienia stanem wysokim wejść 7 i 9 Z1 nie ma sensu opisywać, ponieważ będą one identyczne, ale odnoszące się do drugiego silnika.

Pozostała część układu to typowo skonstruowany generator multistabilny zbudowany z bramek IC2C i IC2D. Częstotliwość pracy tego generatora możemy zmieniać za pomocą potencjometru montażowego R2, dostosowując ją do rodzaju silnika i jego wymaganej prędkości obrotowej.

c.d. na str. 60

Rys. 4. Schemat montażowy

Montaż i uruchomienie

Na rysunku 4 pokazano mozaikę ścieżek płytki drukowanej i rozmieszczenie na niej elementów. Płytkę została wykonana na laminacie jednostronnym i niestety, ni udało się uniknąć konieczności zastosowania dwóch zwór. Montaż wykonujemy w całkowicie tradycyjny sposób, rozpoczynając od tych nieszczęsnych zworek, a kończąc na jumperach i kondensatorach elektrolitycznych. Pod układy scalone warto zastosować podstawki, uprości to

regulację układu. Po zmontowaniu całości wkładamy w podstawkę układ IC4 i przystępujemy do regulacji naszego bicza na komary i inne paskudztwa. Regulacja jest bardzo prosta, ale niezbędny będzie nam choćby najprostszymi miernik częstotliwości. Zwieramy do plusa zasilania wejście RESET (pin. 4) IC1, najprościej przez wtknięcie zworki z drutu w podstawkę, pomiędzy nożyki 1 i 14 IC1. Pokręcając potencjometrem montażowym ustawiamy na wyjściu IC4 częstotliwość ok. 30kHz. Na-

c.d. ze str. 57

Cały sterownik może być zasilany napięciem z przedziału 5 (nie należy wtedy stosować stabilizatora IC4) ... 18VDC doprowadzonym do złącza Z2. Najczęściej, z uwagi na stosowanie silników od sprzętu komputerowego, będziemy korzystać z zasilania 12VDC.

Tranzystor T1 może służyć do włączania dodatkowych elementów wykonawczych. Zrezygnowano z stosowania przełącznika użytego w sterowniku AVT-2059, który po prostu ... nie zmieścił się na płytce obwodu drukowanego.

Montaż i uruchomienie

Na rysunku 4 przedstawiono mozaikę ścieżek płytki drukowanej wykonanej na laminacie dwustronnym i rozmieszczenie na niej elementów. Montaż wykonujemy w typowy sposób, rozpoczynając od najmniejszych elementów. Pod układy scalone dobrze jest zastosować podstawki. Szczególnie dotyczy to driverów ULN2803 i TD62783, które mogą czasem ulec uszkodzeniu podczas np. eksperymentów z nieznanego typu silnikami.

Układ sterownika nie wymaga uruchamiania, ale jedynie prostej regulacji czę-

Wykaz elementów

Rezystory

PR1: 100k Ω
R1, R2: 100k Ω
R3, R5: 3k Ω
R4: 56k Ω
R6: 330k Ω
RT1: termistor ok. 22k Ω

Kondensatory

C1, C7: 100nF
C2: 470nF
C3: 220pF
C6, C4: 220 μ F/16V
C5: 10 μ F/16V

Półprzewodniki

IC1: 4013
IC2: 4040
IC3: 4093
IC4: NE555 CMOS (np. GLC 555)

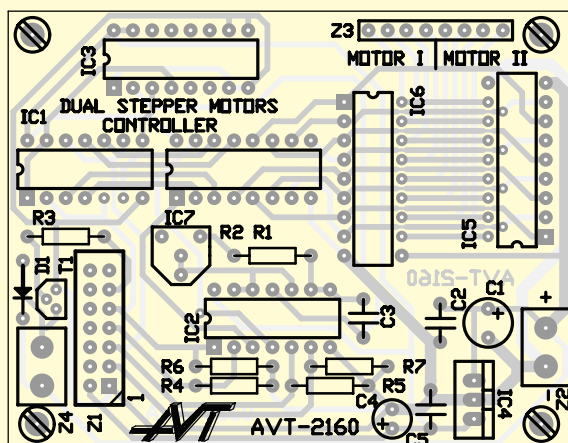
Pozostałe

Q1 przetwornik nadawczy ultradźwięków typu EFR – RCB40K62
S1 włącznik bistabilny 1-obwodowy

stępnie wyjmujemy zworkę z podstawki pod IC1 i wkładamy w podstawki pozostałe układy. Układ jest gotowy do pracy.

Zbigniew Raabe

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny” AVT-2216.



Rys. 4. Schemat montażowy

stotliwości pracy generatora z IC2C i IC2D, której możemy dokonać za pomocą potencjometru montażowego R2. Jak wiadomo, nie ma żadnych ograniczeń częstotliwości minimalnej. Natomiast przy jej zwiększaniu ponad dopuszczalną granicę silnik zacznie tracić moc, a w skrajnym przypadku zatrzyma się wpadając w wibrację (niegroźne dla silnika).

Ostatnią sprawą wartą omówienia jest dołączenie do układu silników krokowych. W większości przypadków, kiedy to będziemy wykorzystywać silniki od sprzętu komputerowego, silnik będzie od razu wyposażony w odpowiednie złącze. Złącze takie można dołączyć do wyjścia Z3, doświadczalnie ustalając kierunek obrotów. Jeżeli jednak będziemy dysponowali silnikami z innego źródła, to należy najpierw zlokalizować za pomocą omierni wyprowadzenia cewek, a następnie doświadczalnie ustalić ich kolejność. Eksperymenty takie nie są groźne dla silnika, który przy nieprawidłowej kolejności dołączenia uzwojeń po prostu się nie obraca, a jedynie wibruje.

Zbigniew Raabe

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny” AVT-2091.