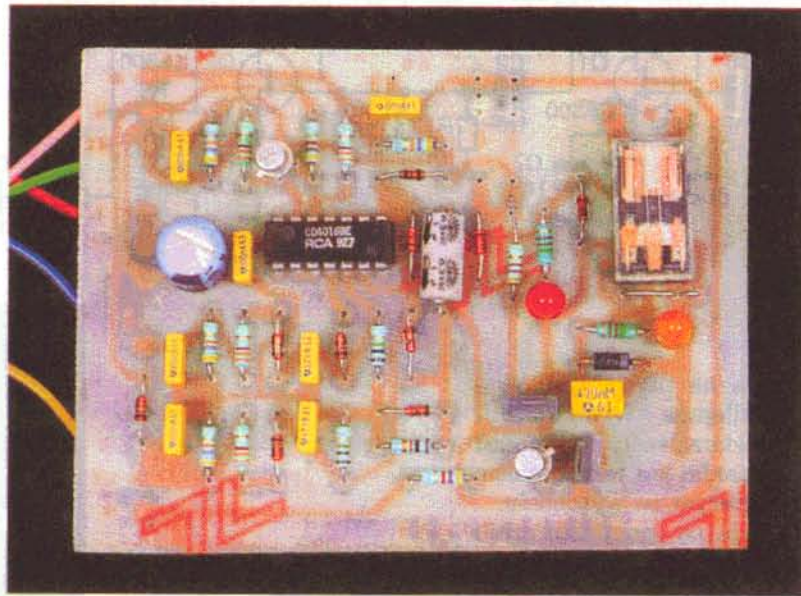


Modelarze często wykorzystują układy elektroniczne do sterowania silnikami elektrycznymi, ułatwiając sobie ich włączanie bądź też zmianę kierunku obrotów. W wielu przypadkach muszą stosować szereg środków ostrożności, aby zapobiegać uszkodzeniom delikatnych modeli. Zapaleńcom modelarstwa i majsterkowiczom wszelkiego rodzaju makiet, stosującym silniczki prądu stałego do ich animacji, proponujemy prosty i bezpieczny serwokontroler takiego silniczka.

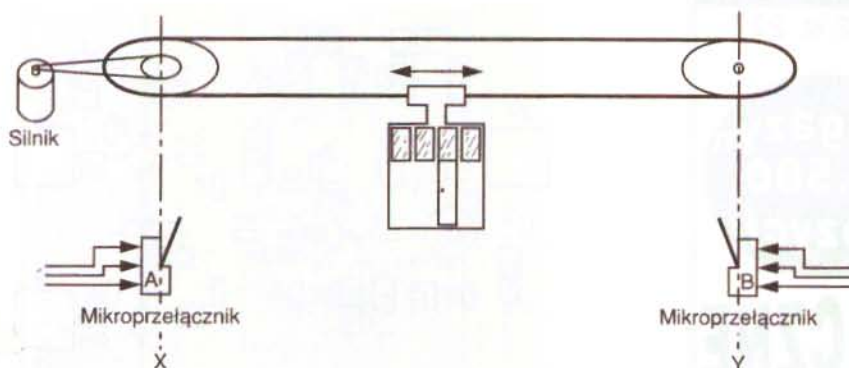
Serwo-sterowanie



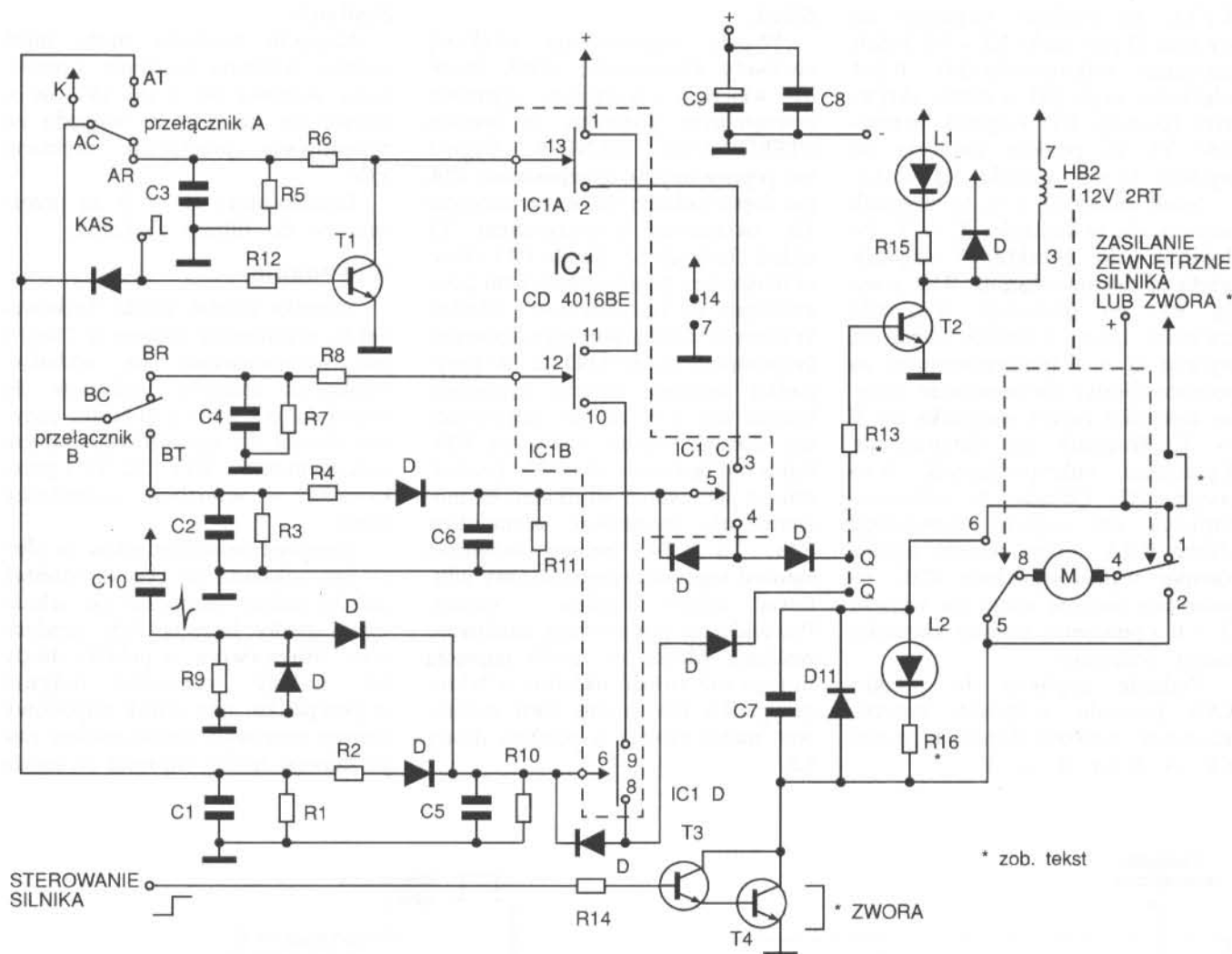
Zasada działania

Układ jest oparty na wykorzystaniu „inteligentnego” przerzutnika, potrafiącego rozpoznać właściwy dla danej pozycji kierunek obrotów silnika. Weźmy jako przykład model kolejki linowej przedstawiony na rys. 1. Silnik kolejki jest sprzężony z osią zębatki znajdującej się w punkcie X i połączonej łańcuchem rowerowym z drugą zębatką umieszczoną w punkcie Y. Na tym łańcuchu, pomiędzy X a Y, jest zawieszony wagonik kolejki. Wagonik może znajdować się w jednej z trzech odmiennych pozycji: X, Y lub po-

między X a Y. Mikrowyłącznik A zatrzymuje ruch wagonika, gdy znajdzie się on w punkcie X, a mikrowyłącznik B - gdy znajdzie się w punkcie Y. Sterowanie ruchem wagonika sprowadza się więc do tego, że po dotarciu do punktu X wagonik powinien zatrzymać się, po czym zmienić kierunek ruchu, tj. ruszyć z powrotem. Każdemu elektronikowi zapewne od razu nasunie się myśl, że problem ten można łatwo rozwiązać za pomocą prostego przerzutnika złożonego z bramek logicznych. Z praktyki wiadomo, że przerzutnik po włączeniu zasilania ustawi się zawsze w tym samym położeniu, a to oznacza zawsze ten sam kierunek ruchu wagonika. Wszystko jest w porządku, jeśli wagonik w chwili włączenia kolejki znajduje się w X lub pomiędzy X a Y. Jeśli jednak w tym czasie jest w Y i miałby ruszyć w kierunku Y, to taka sytuacja jest niedopuszczalna. Zaproponowane rozwiązanie układowe zapobiega takim przypadkom, może też służyć do bardziej poważnych zastosowań w urządzeniach wykorzystujących silnik prądu stałego ze zmianą kierunku ruchu w przód i w tył.



Rys. 1. Zastosowanie serwo sterowania na przykładzie modelu kolejki linowej



Rys. 2. Schemat elektryczny urządzenia

Opis działania

Schemat elektryczny układu jest pokazany na rys. 2.

Sterowanie

Sercem urządzenia jest układ scalony CD4016BE wykonany technologią CMOS, zawierający cztery klucze dwukierunkowe sterowane napięciowo. Klucze te zostały połączone parami, odpowiednio: IC1A z IC1C oraz IC1B z IC1D. Zadaniem kluczy IC1A i IC1B jest dostarczenie napięcia do kluczy IC1C i IC1D. Sygnał do wejścia sterującego każdego z kluczy jest doprowadzany poprzez jednakowo zbudowane układy kształtujące, jak na przykład C1, R1 i R2. Kondensator C1 tłumí przebiegi wywołane przełączeniem mikroprzełącznika, a rezystor R2 redukuje napięcie wejściowe. W położeniu spoczynkowym mikroprzełączników A i B napięcia zasilania, podawa-

ne poprzez styki AR i BR oraz układ kształtujący do wejścia sterującego kluczy IC1A i IC1B, powoduje ich włączenie (zwarcie) i tym samym doprowadzenie napięcia do kluczy IC1C i IC1D. W chwili włączenia zasilania układu, w obwodzie złożonym z kondensatora elektrolitycznego C10 i rezystora R9 (połączonego z masą układu) wytwarza się impuls, szybko ładujący kondensator C5 do napięcia bliskiego napięciu zasilania. Ponieważ rozładowanie tego kondensatora zachodzi bardzo wolno przez R10, zatem włączenie klucza IC1D jest bardzo pewne. Włączenie klucza powoduje, że do wyjścia Q, poprzez diodę D, zostaje doprowadzony poziom wysoki napięcia. Aby przedłużyć czas występowania tego wysokiego poziomu napięcia zastosowano rozwiązanie układowe polegające na użyciu diody typu 1N4148 do samopodtrzymania stanu włączenia

klucza IC1D. W przypadku konfiguracji układu z wykorzystaniem wyjścia Q do sterowania przełącznika, stan ten jest przekazywany, poprzez rezystor R13, do bazy tranzystora T2 (BD135), który włącza przełącznik HB2, przełączający z kolei bieguny silnika. Dioda D chroni tranzystor T2 przed przepięciami, a dioda elektroluminescencyjna L sygnalizuje włączenie tranzystora.

Działanie

Przy stanie wysokim na wyjściu Q wagonik powinien poruszać się od Y do X, natomiast przy stanie niskim na wyjściu Q kierunek ruchu wagonika powinien być odwrotny (od X do Y). Jeżeli mikroprzełącznik A jest włączony, czyli jest w stanie aktywnym (pozycja AT, wagonik w punkcie X), albo gdy oba mikroprzełączniki A i B są w stanie spoczynkowym (pozycja AR i BR, wagonik pomiędzy punktami

X i Y), to poziom napięcia na wyjściu Q jest niski ($Q = 0$). Jeżeli natomiast mikroprzełącznik B jest włączony, czyli jest w stanie aktywnym (pozycja BT, wagonik w punkcie Y), to poziom napięcia na wyjściu Q jest wysoki ($Q = 1$).

Jeżeli zatem $Q = 0$, to wagonik porusza się w kierunku $X \rightarrow Y$. Po dotarciu do punktu Y wagonik przełącza mikroprzełącznik B na pozycję BT, co powoduje włączenie (zwarcie) klucza i zmianę stanu na wyjściu $Q = 1$ (podtrzymywane za pomocą diody) i w rezultacie zmianę kierunku ruchu wagonika na $Y \rightarrow X$. Wagonik po dotarciu do X przełącza mikroprzełącznik A na pozycję AT. Oznacza to odłączenie napięcia od wejścia sterującego klucza IC1A, a tym samym zostaje również wyłączony klucz IC1C, co powoduje zmianę stanu na wyjściu $Q = 0$ i ponowną zmianę kierunku ruchu wagonika.

Podanie napięcia do punktu KAS pozwala w sposób natychmiastowy zmienić kierunek ruchu z $Y \rightarrow X$ na $X \rightarrow Y$.

Silnik

W celu zapewnienia większej swobody sterowania, silnik może być włączany i wyłączany sygnałem zewnętrznym podanym na wejście STEROWANIE SILNIKA. Sygnał ten, poprzez rezystor zabezpieczający R14, jest doprowadzany do bazy tranzystora T3, tworzącego z tranzystorem T4 układ Darlingtona. Dioda D11 chroni tranzystory przed przepięciami powstającymi na indukcyjności silnika. Włączenie silnika jest sygnalizowane świeceniem diody LED L2. W przypadku zasilania układu napięciem innym niż 12V należy odpowiednio dobrać wartość rezystora R16. Jeżeli nie będziemy stosować zewnętrznego sterowania silnikiem, to możemy nie montować elementów R14, T3 i T4, jednak wówczas zamiast tego ostatniego musimy włutować zwoję kolektor - emiter. Przewidziana jest również możliwość zasilania silnika ze źródła napięcia innego niż całość układu; w takim przypadku nie wolno nam montować małej zworki w pobliżu diody L2.

Zasilanie

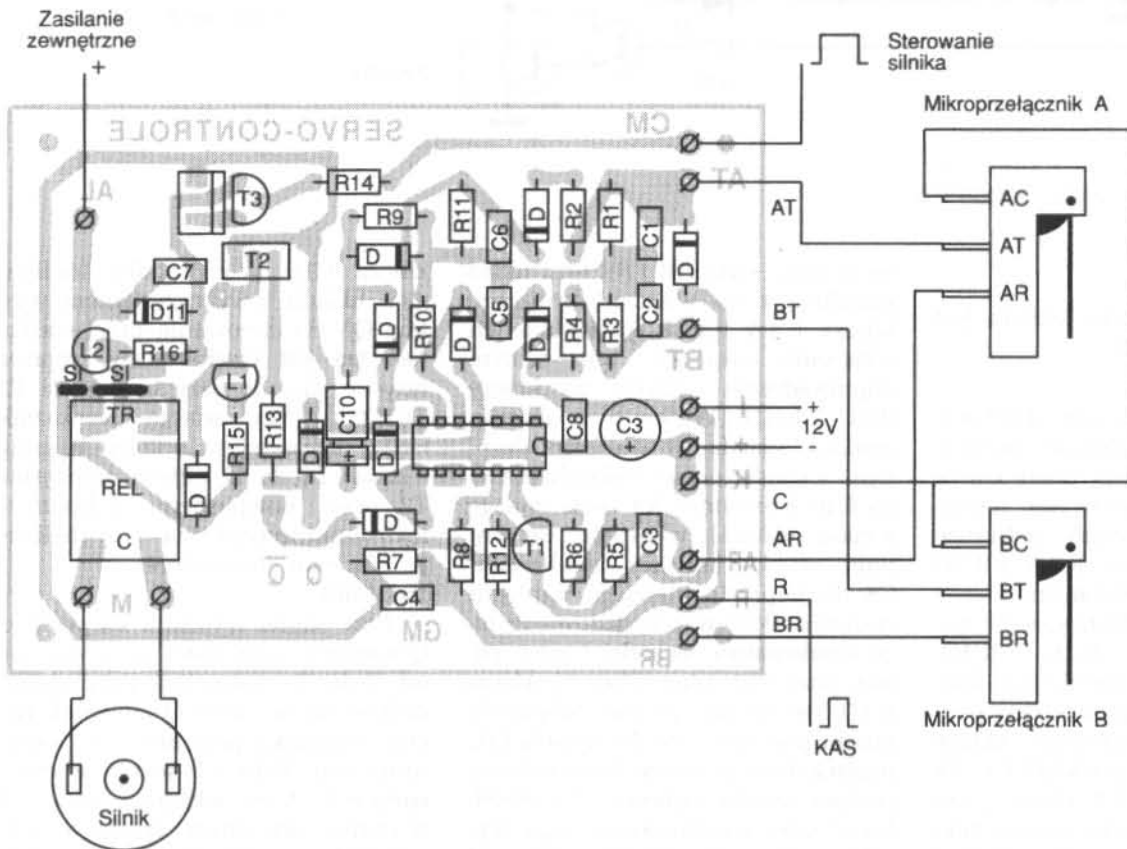
Napięcie zasilania może mieć wartość wybraną dowolnie z przedziału wartości od 5 do 15V; w opisywanym układzie ze względu na zastosowany przełącznik wybrano 12V.

Kondensatory C8 i C9 są przeznaczony do filtracji zasilania.

Wykonanie

Mozaika ścieżek płytki drukowanej (o wymiarach 100mm x 75mm) jest przedstawiona na wkładce. Większość otworów wykonuje się wiertłem o średnicy 0,8mm, jedynie otwory do umieszczenia końcówek elementów D11, T2, T4 i przełącznika - wiertłem o średnicy 1mm.

Rozmieszczenie elementów na płycie jest pokazane na rys. 3. Montaż układu należy rozpocząć od wlotowania zwory łączącej styki przełącznika. Drugą zwoję, w pobliżu diody L2, należy włutować jedynie w przypadku, gdy silnik napędowy naszego urządzenia będzie zasilany z tego samego źródła napięcia co reszta



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej

układu. Szczególną uwagę należy zwrócić na właściwy sposób włączenia elementów biegunowych, takich jak diody, tranzystory i kondensatory elektrolityczne, a także mikroprzełączniki i silnik.

Po dokładnym sprawdzeniu wartości i sposobu włączenia, jak również jakości lutowania elementów, należy włączyć zasilanie. Jeżeli wagonik znajduje się w X lub pomiędzy X a Y, to powinien ruszyć w kierunku Y, a dioda L1 nie powinna w tym czasie świecić. Dioda ta powinna zaświecić się dopiero podczas ruchu wagonika w kierunku X. Przy braku zwory T4 ruch jest możliwy tylko wtedy, gdy na wejściu STEROWANIE SILNIKA (R14) jest stan wysoki.

EP

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R3, R5 i R7: 47k Ω
 R2, R4, R6 i R8: 3,3k Ω
 R9: 10k Ω
 R10, R11: 1M Ω
 R12, R13, R14: 4,7k Ω
 R15: 510 Ω
 R16: 510 Ω , zob. tekst

Kondensatory

C1, C2, C3, C4, C8: 100nF
 C5, C6: 47nF
 C7: 470nF

C9: 470 μ /16V, stojący
 C10: 1 μ F/63V, osłowy

Półprzewodniki

D: 1N4148
 D11: 1N4007
 L1: LED ϕ 5mm, czerwona
 L2: LED ϕ 5mm, żółta
 IC1: CD4016BE
 T1, T2: 2N2222A
 T2, T4: BD135

Różne

przekaznik: HB 12 V 2RT (2 zespoły styków przet.)
 2 mikroprzełączniki