

Sterownik rygla z serwomechanizmem

kit AVT-364

Proponowany układ jest drugim z serii urządzeń będących „przełożeniami” pomiędzy układami elektronicznymi a mechanicznymi. W naszym piśmie zajęliśmy się już problemem sterowania silników krokowych - silników dających konstruktorowi wręcz nieograniczone pole działania, zapewniających nieosiągalną dla innych silników precyzję i, co być może najważniejsze, umożliwiających „napędzanie” różnych urządzeń bez stosowania skomplikowanych przekładni mechanicznych. Temat silników krokowych był także wielokrotnie poruszany w „młodszej siostrze” EP - Elektronice dla Wszystkich, gdzie opublikowano wiele opisów sterowników do tych silników.

Chciałbym zapoznać Czytelników z niezwykle ciekawym, i dającym konstruktorom także wielkie możliwości, urządzeniem elektromechanicznym. Dla tych Czytelników, którzy zajmują lub zajmowali się modelarstwem i konstruowali modele klasy RC, urządzenie to nie będzie żadną nowością. Znają je od dawna, ale być może nie wiedzą, jak jest zbudowane i jak należy nim sterować, aby maksymalnie wykorzystać jego możliwości.

Każde urządzenie elektroniczne musi do czegoś służyć, chociażby do robienia dowcipów. Musi posiadać jakieś wejścia i wyjścia, służące do wprowadzania danych i prezentacji efektów pracy układu. Najczęściej nie mamy z tym większych kłopotów. Na rynku są dostępne wszelkiego rodzaju klawiatury, wyświetlacze, przetworniki elektroakustyczne, wystarczy tylko odpowiednio połączyć „kabelki”.

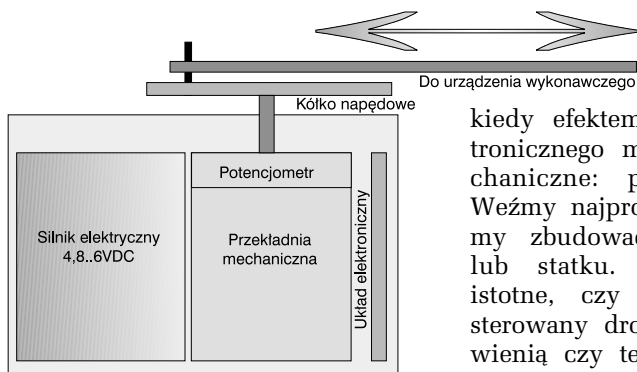
Kłopoty zaczynają się w momencie, kiedy efektem pracy układu elektronicznego ma być działanie mechaniczne: poruszanie „czegoś”. Weźmy najprostszy przykład: chcemy zbudować model samochodu lub statku. Nie jest na razie istotne, czy nasz model będzie sterowany drogą radiową, podczerwinią czy też najprostszą metodą - poprzez kabel. W każdym wypadku musimy drogą elektroniczną przekazać do modelu informa-

cje o kącie, pod jakim musi zostać ustawiony mechanizm skrętny kół lub ster kierunku.

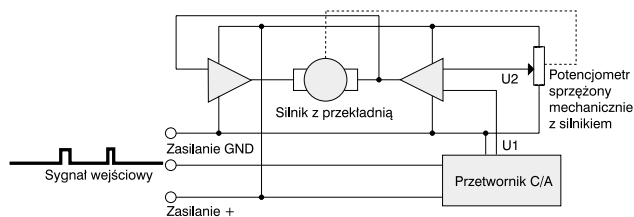
Informacje takie można przekazać stosunkowo łatwo, ale co ma poruszać mechanizmy wykonawcze? Co ma ustawić np. ster wysokości w modelu samolotu? Musi to być wykonane z wielką precyzją i praktycznie bez jakiegokolwiek opóźnienia, bo inaczej tor podejścia do lądowania może zakończyć się kilka metrów pod ziemią. Mechanizm wykonawczy musi się poruszyć o dokładnie taki sam kąt, o jaki przesunęliśmy manipulator w nadajniku.

Inny przykład: chcemy zdalnie sterować kamerą wideo podczas wykonywania zdjęć przyrodniczych lub też poruszać taką kamerą w systemie dozoru. Samodzielne wykonanie potrzebnych nam układów mechanicznych raczej nie wchodzi w grę, chyba, że ktoś jest fanatycznym wielbicielem mechaniki precyzyjnej i posiada odpowiednio wyposażoną pracownię. Na szczęście takie układy mechaniczne są od dawna produkowane seryjnie i można je bez większych problemów nabyć za niewygórowaną cenę. Są to serwomechanizmy modelarskie.

Czym jest ten, tak reklamowany przez autora, serwomecha-



Rys. 1. Schemat blokowy przedstawiający konstrukcję serwomechanizmu.



Rys. 2. Schemat blokowy układu elektrycznego serwomechanizmu.

nizm? Produkowane są serwomechanizmy różnych typów: od potężnych urządzeń do zastosowań przemysłowych, skomplikowanych siłowników napędzających stery bojowych i cywilnych samolotów w systemie *FLY BY WIRE*, aż po proste i tanie serwa modelarskie (widoczny na zdjęciu modelu).

Na rys. 1 przedstawiono blokowo budowę serwomechanizmu. Oto krótkie scharakteryzowanie najistotniejszych elementów.

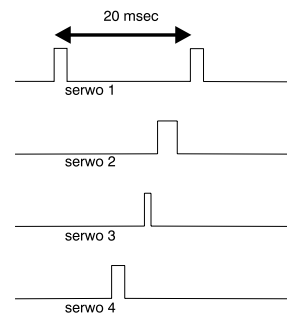
Silnik napędowy. Jest to silnik komutatorowy prądu stałego, pracujący w zakresie napięć od 4,8..6VDC. Pomimo niepozornych wymiarów, silnik taki wyróżnia się bardzo starannym wykonaniem i dużą sprawnością. Zastosowanie takiego właśnie silnika jest konieczne, ponieważ serwo musi pracować z dużą prędkością i jednocześnie wytwarzać duży moment obrotowy, czyli spełniać dwa sprzeczne ze sobą warunki.

Przekładnia mechaniczna. Jest to zespół kółek zębatych, najczęściej wykonanych z wysokiej jakości tworzywa sztucznego. Zadaniem przekładni jest redukcja wysokich obrotów silnika i zapewnienie właściwego momentu obrotowego serwa.

Potencjometr osadzony bezpośrednio na wale napędzającym mechanizmy wykonawcze. Napięcie na środkowej nóżce potencjometru jest proporcjonalne do kąta pod jakim aktualnie jest ustawione koło sterujące mechanizmem wykonawczym.

Układ elektroniczny. Jest on zwykle zrealizowany na jednym, wyspecjalizowanym układzie scalonym. Zadaniem „elektronicznego serca” serwa jest porównanie napięcia otrzymanego z potencjometru z napięciem otrzymanym po przetworzeniu informacji podanej na wejście układu (np. z odbiornika radiowego) i takie sterowanie kierunkiem obrotów silnika, aby napięcia te były równe. Jest to klasyczny przykład sprzężenia zwrotnego, równie podręcznikowy, jak regulator Watta. Na rys. 2 pokazano schemat blokowy serwomechanizmu, ale najbardziej interesująca będzie informacja o rodzaju sygnału wejściowego, jaki musi być dostarczony na wejście serwa.

Przebieg tego sygnału pokazano na rys. 3. Został on zarejestrowany bezpośrednio na wyjściu odbiornika zdalnego sterowania, obsługującego jednocześnie cztery serwa. Jak widać na rysunku, do serwomechanizmu są wysyłane, w odstępach 18,2ms, krótkie impulsy dodatnie z odbiornika. Czas trwania tych impulsów

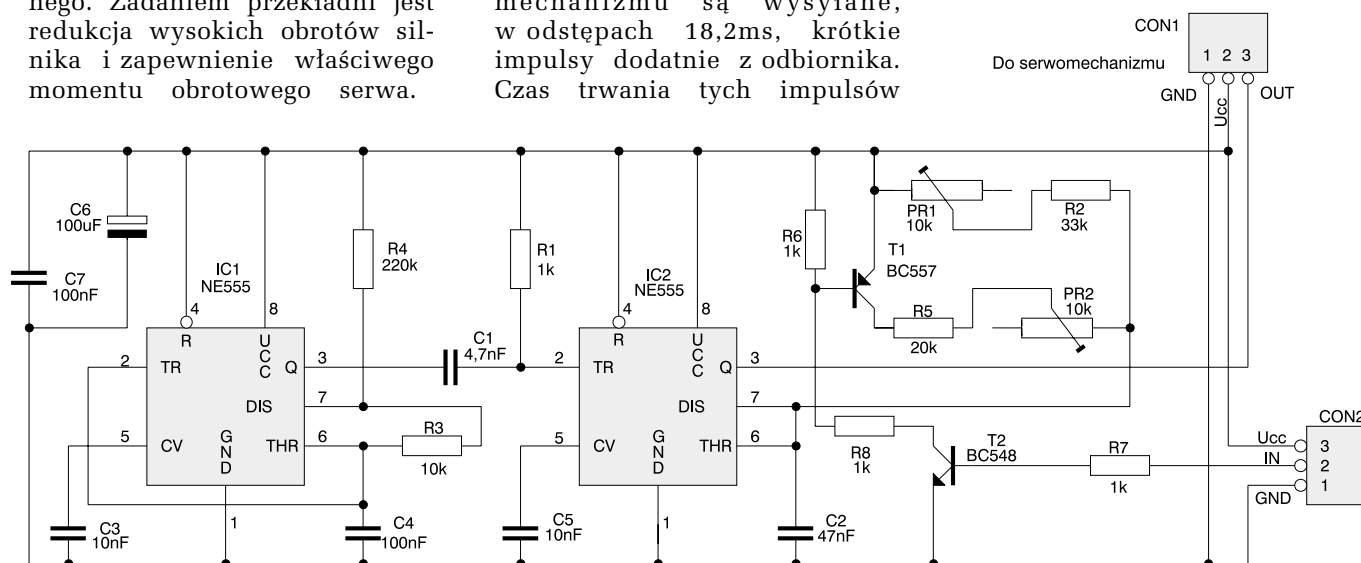


Rys. 3. Przebiegi sterujące pracą serwomechanizmu.

wynosi od 1 do 2ms. Właśnie czas trwania tych impulsów decyduje o wartości napięcia porównywanego z napięciem otrzymywanym z potencjometru pomiarowego.

Największymi zaletami serwomechanizmu jest jego duży (kilka kg/cm) moment obrotowy i wielka szybkość działania. Można nawet zaryzykować stwierdzenie, że serwo reaguje bez opóźnienia, ponieważ człowiek nie jest w stanie tak szybko przesunąć drążka manipulatora, aby opóźnienie serwomechanizmu było zauważalne. Mechanizmy te cechuje z zasady duża trwałość i niezawodność. Od ich jakości zależy bowiem bezpieczeństwo modelu, którego wartość wynosi nieraz kilka tysięcy złotych (nie licząc trudnej do oszacowania wartości ogromnego nakładu pracy włożonej w jego wykonanie!).

Większość produkowanych współcześnie serwomechanizmów modelarskich posiada standardo-



Rys. 4. Schemat elektryczny urządzenia.

we wymiary. Są one zwykle zasilane napięciem 4,8..6VDC i sterowane identycznymi sygnałami. Zakres napięć zasilających wynika z faktu, że odbiorniki radiowe aparatury do zdalnego sterowania i serwomechanizmy są zasilane z zasady ze wspólnego źródła, którym są cztery baterie R6 lub cztery akumulatory NiCd.

A teraz pora na bardzo ważną uwagę praktyczną. Większość producentów podaje maksymalny kąt, o jaki może obrócić się kółko serwomechanizmu. Może on być równy $\pm 45^\circ$ lub $\pm 60^\circ$ od neutrum. Tak więc całkowity kąt obrotu serwa wynosi 90 lub 120° , co w niektórych, nietypowych zastosowaniach może okazać się zbyt małą wartością. Z praktyki jednak wynika, że większość serwomechanizmów, szczególnie tych prostych i tanich, można obrócić o znacznie większy kąt, przekraczający nawet 180° . Należy wtedy odejść od „podręcznikowych” wartości długości impulsu sterującego i stosować impulsy nieco krótsze i dłuższe. Na taki chwyt nie dadzą się jednak „nabrać” nowoczesne serwa sterowane mikroprocesorami, których stosowanie w naszych prostych konstrukcjach nie ma najmniejszego technicznego i ekonomicznego uzasadnienia.

Niezwykle zastosowanie

Proponowany układ jest chyba najprostszym, lecz w praktyce bardzo użytecznym, przykładem wykorzystania serwomechanizmu. W literaturze dla elektroników opisano dziesiątki układów najróżniejszych zamków elektronicznych (sam mam kilka na sumieniu). Najczęściej jednak taki opis kończył się lakonicznym stwierdzeniem w rodzaju: „po prawidłowym wybraniu kodu na wyjściu układu pojawia się stan wysoki”. I co dalej? Co właściwie mamy podłączyć do tego wyjścia, aby uzyskać możliwość pewnego zamknięcia np. drzwi do mieszkania?

Najczęściej, jako układy wykonawcze zamków elektronicznych, są wykorzystywane rygle elektromagnetyczne. Jest to jednak zamknięcie raczej symboliczne, taki rygiel można bowiem wyważyć mocniejszym kopnię-

ciem. Przydałoby się coś mocniejszego (np. solidny rygiel lub zasuwa podobna do stosowanych w zamkach mechanicznych). Skok takiego rygla musi jednak wynosić co najmniej 1..2cm i o zastosowaniu elektromagnesu nie ma co nawet myśleć. Cały ten problem możemy w prosty i tani sposób rozwiązać stosując serwomechanizm modelarski. Układ nim sterujący jest prosty i tani, a można go wykonać dosłownie w kilkanaście minut. Układ może współpracować z dowolnym zamkiem elektronicznym, na którego wyjściu pojawia się niski i wysoki poziom logiczny.

Opis działania układu

Schemat elektryczny sterownika serwomechanizmu został pokazany na rys. 4 i, jak widać, wzmianka o prostocie układu nie była bynajmniej przesadną. Układ został zbudowany z wykorzystaniem dwóch układów scalonych NE555. Pierwszy z nich - IC1 - pracuje w typowym układzie generatora astabilnego. Generuje on przebieg o okresie ok. 20ms. Drugi układ jest wykorzystywany jako generator monostabilny, wyzwalany opadającym zboczem przebiegu generowanego przez IC1. Tak więc, IC2 co 20ms generuje impuls o czasie trwania zależnym od pojemności C2 i rezystancji PR1 i R2 oraz, po włączeniu tranzystora T1, PR2 i R5. Jeżeli tranzystor T1 nie przewodzi, to czas trwania impulsu generowanego przez IC2 wynosi ok. 2ms. Jeżeli na wejście układu (IN) zostanie podany stan wysoki, to tranzystor T2 zacznie przewodzić, polaryzując za pośrednictwem rezystora R8 bazę tranzystora T1. Po włączeniu tego tranzystora rezystancja PR1+R2 zostanie zbocznikowana rezystancją PR2+R5 i czas trwania impulsu wyjściowego zostanie skrócony do ok. 1ms.

Generowany przez IC2 ciąg impulsów idealnie odpowiada przebiegowi, jaki powinien być podawany na wejście serwomechanizmu dołączonego do złącza CON1. Jeżeli na wejście IN układu zostanie doprowadzony stan niski, to kółko serwa

będzie znajdować się w jednym ze skrajnych położań. Po zmianie stanu niskiego na wysoki kółko obróci się, zajmując drugie ze skrajnych położań (wykonując obrót o kąt ustalony za pomocą PR1 i PR2). Jak już wspomniano, kąt ten może nawet przekraczać 180° .

Z kółkiem serwa jest połączony mimośrodowo rygiel zamka, który jest przesuwany z jednego położenia do drugiego. Ze standardowym kółkiem napędowym stosowanym w serwach modelarskich skok rygla może wynosić ok. 2cm. Większy skok możemy uzyskać stosując kółko o większej średnicy, lecz związane to będzie ze zmniejszeniem siły napędzającej rygiel. Połączenie serwa z rygłem zostało dodatkowo objaśnione na rys. 5.

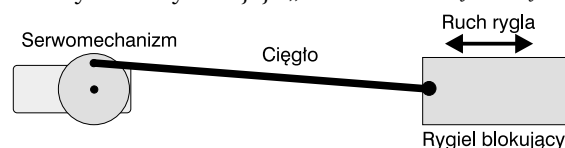
Montaż i uruchomienie

Na wkładce wewnątrz numeru została przedstawiona, dość nietypowo wyglądająca, płytką obwodu drukowanego, a na rys. 6 rozmieszczenie na niej elementów.

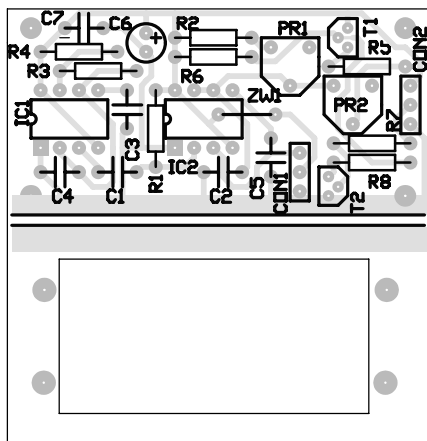
Płytką składa się z dwóch części o identycznych wymiarach. W jednej został wycięty prostokątny otwór umożliwiający zamocowanie standardowego serwa modelarskiego, a na drugiej został umieszczony układ elektroniczny.

Możemy go zmontować na trzy sposoby.

1. Pozostawić płytkę taką, jaką jest i umieścić serwomechanizm w jednej płaszczyźnie z częścią elektroniczną.
2. Przeciąć płytkę za pomocą piłki do metalu wzdłuż zaznaczonych na stronie opisowej linii i zlutować ją pod kątem prostym. Na płytce są umieszczone specjalnie przygotowane, odpowiednio duże punkty lutownicze umożliwiające połączenie dwóch części przez lutowanie.
3. Przeciąć płytkę i wykorzystać tylko jej „elektroniczną” część.



Rys. 5. Sposób sterowania rygla zamka przy pomocy serwomechanizmu.



Rys. 6. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

Niezależnie od tego, który sposób wykonania urządzenia wybierzemy, montaż musimy przeprowadzić w typowy sposób, rozpoczynając od elementów o najmniejszych gabarytach, a kończąc na kondensatorach elektrolitycznych i ewentualnym przykręceniu serwomechanizmu do płytki. Jako złącze CON1 zastosujemy trzy goldpiny, uzyskując w ten sposób gniazdo pasujące do standardowego wtyku serwa.

Układ zmontowany ze sprawdzonych elementów nie wymaga uruchamiania, a jedynie prostej regulacji za pomocą potencjometrów montażowych PR1 i PR2. Potencjometrami tymi ustawiamy dwa skrajne położenia kółka napędowego serwomechanizmu.

Układ powinien być zasilany napięciem 4,8..6VDC, najlepiej stabilizowanym. Pobór prądu przez część elektroniczną jest niewielki, ale mocno obciążone serwo może chwilowo pobierać prąd nawet kilku amperów (serwomechanizmy wyczynowe).

Opisany powyżej prosty układ jest jedynie przykładem wykorzystania tak użytecznego mechanizmu, jakim jest modelarskie serwo.

Nie mam bynajmniej zamiaru na tym poprzestać i jeżeli Redaktor Naczelny EP pozwoli, to w najbliższym czasie zostanie opublikowany kolejny opis układu wykorzystującego serwomechanizmy. Ponadto, jeżeli idea stosowania tych urządzeń w naszych konstrukcjach spotka się z uznaniem Czytelników, to poczynione zostaną starania, aby trudne do zdo-

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

PR1, PR2: 10k Ω miniaturowy potencjometr montażowy
R1, R6, R7, R8: 1k Ω
R2: 33k Ω
R3: 10k Ω
R4: 220k Ω
R5: 20k Ω

Kondensatory

C1: 4,7nF
C2: 47nF
C3, C5: 10nF
C4, C7: 100nF
C6: 100 μ F/6,3V

Półprzewodniki

IC1, IC2: NE555
T1: BC557 lub odpowiednik
T2: BC548 lub odpowiednik

Różne

CON1, CON2: 3 goldpiny

bycia, standardowe serwomechanizmy modelarskie znalazły się w ofercie handlowej AVT.

Pomyślcie tylko, ile ciekawych urządzeń można zbudować z ich wykorzystaniem i napiszcie do naszej redakcji.

Zbigniew Raabe, AVT