

# Komputerowy sterownik 16 serwomechanizmów do maszyny kroczącej

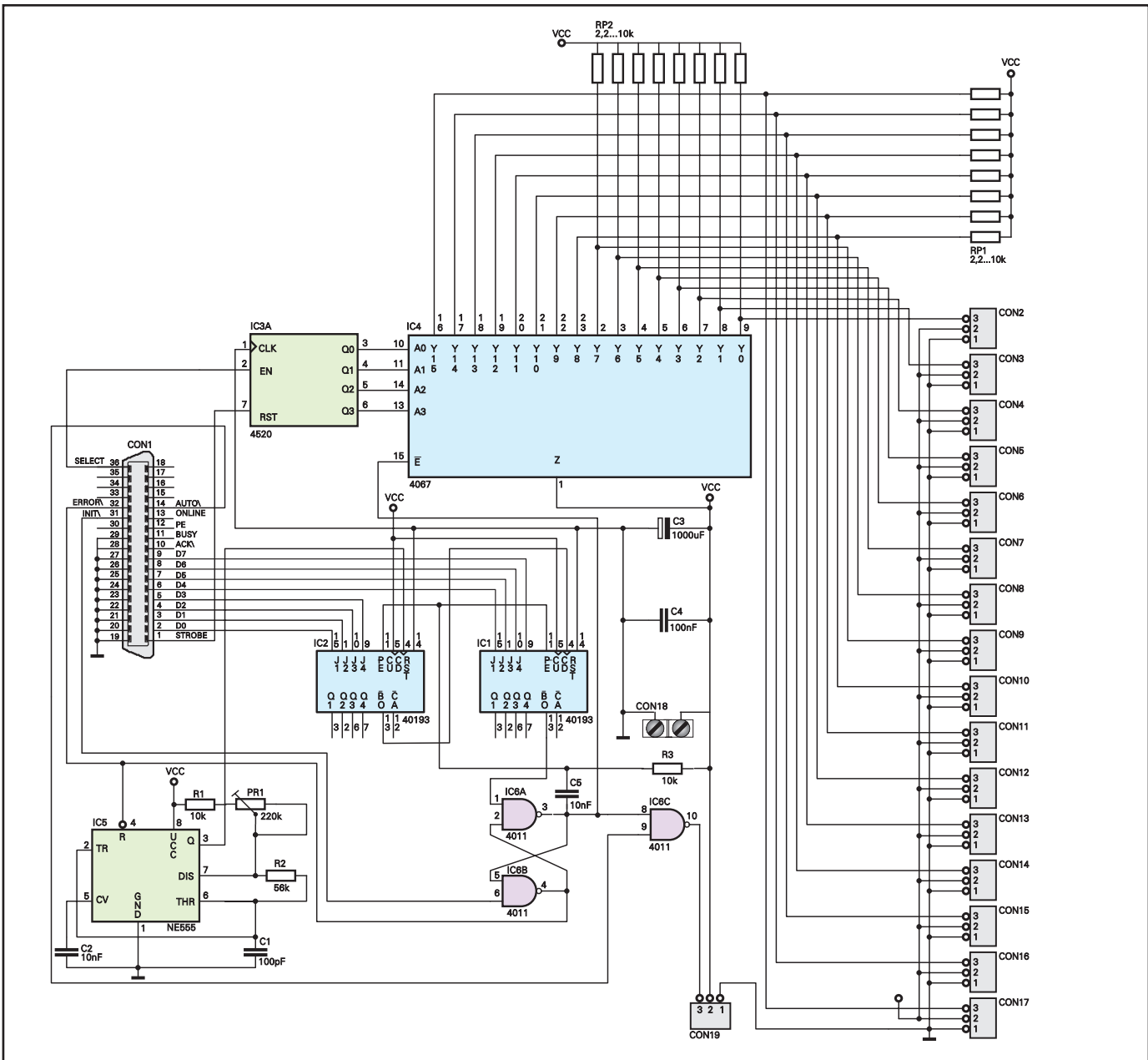
**Uwaga: teraz będzie coś naprawdę nowego, coś czym jak do tej pory nie zajmowało się żadne pismo przeznaczone dla elektroników!**

W swoim czasie rozpoczęliśmy na łamach EdW cykl artykułów poświęconych „Robotyce”. Zawsze pisaliśmy tą nazwę w cudzysłowie, ponieważ prezentowane w tych artykułach urządzenia tak naprawdę miały niewiele wspólnego z robotami. Były to najczęściej proste układy automatyki, a za największe swoje sukcesy uznaję „oswojenie” silników krokowych i uzyskanie w ten sposób prostych w wykonaniu i sterowaniu układów napędowych do modeli i zabawek. Kolejnym niekwestionowanym sukcesem było zapoznanie Czytelników EdW z serwomechanizmami i sterowaniem proporcjonalnym. Trudno nawet wymienić dziedziny techniki, w których umiejętnie zastosowane serwa nie przyczyniłyby się do uzyskania ciekawych efektów bez stosowania skomplikowanych układów mechanicznych i elektronicznych. Ale tak naprawdę, dział „Robotyki” w pewnym momencie właściwie przestał się rozwijać, a do skonstruowania robotów z prawdziwego zdarzenia było równie daleko, jak na po-

czątku mojej działalności na łamach EdW. Powodem takiego stanu rzeczy było nie tylko wrodzone lenistwo niżej podpisane. O budowie robotów, maszyn kroczących i manipulatorów mogących wykonywać złożone funkcje myślałem już dawno. Niestety, napotykałem zawsze na barierę nie do pokonania: konieczność wykonania niezbędnych elementów mechanicznych. Tak naprawdę, to nie jestem szczególnie leniwy, ale sama myśl o wycinaniu kawałków blachy i kształtowania z nich elementów potrzebnych do wykonania maszyny kroczącej czy ramienia dla robota napawała mnie przerażeniem. Sądzę także, że zdecydowana większość moich Kolegów podziela mój pogląd, że praca fizyczna nie jest szczególnie atrakcyjnym zajęciem! Konieczne było za tym wynalezienie materiału i technologii, pozwalających w łatwy sposób wykonać niezbędne elementy mechaniczne.

Kolejny raz okazało się, że niektóre przysłowia zawierają „całą prawdę, tylko prawdę i nic poza prawdą”. Mam tu na myśli popularne porzekadło, mówiące że: „Najciemniej jest pod latarnią”. Przecież materiał i technologię pozwalające na wykonanie dowolnej ilości elementów o dowolnych kształtach i zapewnienie ich powtarzalności przy seryjnej produkcji mie-

liśmy cały czas w zasięgu ręki! Materiał o bardzo dobrej wytrzymałości mechanicznej, z którego wykonane elementy można łatwo łączyć ze sobą za pomocą prostego lutowania leżał od dawna przed naszymi oczami! Mam tu na myśli  **płytki obwodów drukowanych!** Nie, to nie pomyłka w druku, laminat epoksydowo szklany z którego wykonywane są znane każdemu elektronikowi obwody drukowane będzie tworzywem, z którego wykonamy potrzebne nam elementy mechaniczne. Nikt nie będzie zmuszony do mozolnego wycinania i dopasowywania do siebie elementów potrzebnych do budowy robota: wszystko otrzymacie gotowe i wystarczy jedynie zlutować ze sobą potrzebne kształtki i przykręcić kilka śrubek aby zbudować, wierzyć mi, bardzo ciekawe urządzenie. Przygotowałem dla Was dwa zestawy kształtek laminatowych: jeden umożliwia budowanie maszyn kroczących, a drugi przeznaczony jest do skonstruowania ręki robota o kilku stopniach swobody ruchu. Budowa takiego urządzenia zostanie opisana w jednym z najbliższych numerów Elektroniki Praktycznej i tam też znajdziecie opis innego komputerowego sterownika serwomechanizmów.



Rys. 1. Schemat ideowy

W artykule, który łaskawie zaczęliście czytać, będę chciał poruszyć dwa tematy. Pierwszym będzie budowa uniwersalnego sterownika szesnastu serwo-mechanizmów, który umożliwi sterowania za pomocą komputera nawet bardzo skomplikowanymi robotami czy ruchomymi makietami. Tematem drugim będzie skrótowo opisana budowa prostej, eksperymentalnej maszyny kroczącej. Mam jedynie nadzieję, że moi dowcipni Koledzy redakcyjni nie wpadną tym razem na pomysł nazwania tego urządzenia „raabochodem”, a już nie daj Boże „raabotem”!

Sterowanie robotami nie jest, oczywiście, jedynym zastosowaniem proponowanego układu. Można go także użyć do bardziej poważnych celów, np. do sterowania makiet reklamowych.

## Opis układu

Zanim przejdziemy do analizy schematu, który został przedstawiony na **rysunku 1**, zastanówmy się chwilę, jakie zadania ma spełniać opisywane urządzenie i dlaczego wybraliśmy taki, a nie inny sposób jego skonstruowania. O serwo-mechanizmach modelarskich wiemy już bardzo dużo i tylko dla przypomnienia wspomnę, że urządzenie to umożliwia realizację tzw. sterowania proporcjonalnego. Serwo sterowane jest impulsami prostokątnymi o wypełnieniu zmieniającym się w granicach od ok.0,5 do ok.2,5 msek (1...2msek w typowych zastosowaniach modelarskich), a kąt ustawienia wału napędowego serwa uzależniony jest właśnie od długości tych impulsów. Moment obrotowy serwo-mechanizmu jest bardzo duży i w przypadku serw standardowych dochodzi do kilku kg/cm,

a w serwo-mechanizmach stosowanych w modelarstwie wyczynowym może wielokrotnie przekraczać tę wartość. W modelarstwie stosuje się zwykle kilka serwo-mechanizmów, ale w przypadku robotów ich ilość może być znacznie większa. Urządzenie, które ma zostać zastosowane do sterowania robotem musi spełniać następujące funkcje:

1. Precyzyjne pozycjonowanie wszystkich serwo-mechanizmów zastosowanych w sterowanej konstrukcji. Musimy posiadać możliwość kolejnego ustawienia wszystkich ruchomych elementów robota i zapamiętanie długości impulsów dostarczanych do poszczególnych serw w danym kroku pracy urządzenia. Dane muszą zostać zapamiętane w sposób trwały, umożliwiając wielokrotne ich wykorzystywanie

2. Układ musi umożliwiać odtwarzanie zapamiętanych położeń serwomechanizmów w dowolnym, zmienianym przez operatora tempie. Ponieważ nawet wykonanie prostej czynności będzie wymagało zapamiętania bardzo wielu sekwencji stanów serwomechanizmów, pojemność zastosowanej pamięci powinna być bardzo duża

3. Układ powinien zaopatrywać w prąd serwomechanizmy. Maksymalne ich ilość, jaka może być obsługiwana przez projektowany układ wynosi 16, co narzuca konieczność zastosowania zasilacza o odpowiedniej wydajności prądowej. Jest to nie byle jaki problem do rozwiązania, ponieważ nawet standardowe serwo może pobierać prąd do 1A. Nie można też liczyć na to, że serwa po wykonaniu zadanej im czynności pozostają pozornie nieruchomo nie będą pobierać prądu. Wprost przeciwnie: jeżeli serwo porusza np. uniesioną w danym momencie ręką robota, do będzie ono nieustannie zasilane, nawet nie poruszając się.

Sądzę, że zastanowieniu się nad postawionymi założeniami konstrukcyjnymi, wszyscy dojdziemy do wniosku, że najlepszą drogą ich zrealizowania będzie użycie komputera. Wykonywanie „na piechotę” sterownika spełniającego postawione warunki jest wprawdzie możliwe, ale byłby to układ ogromnie skomplikowany i kosztowny. Jeżeli dodamy do tego, że będziemy mogli użyć praktycznie dowolnego komputera wyposażonego w interfejs CENTRONICS, nawet muzealnej „Atki” czy też „Eksciaka”, to z pewnością dojdziemy do wniosku, że proponowane przeze mnie rozwiązanie ma także uzasadnienie ekonomiczne. Jeżeli zastosujemy układ sterownika do kierowania np. makietą reklamową, to można nawet pomyśleć o zakupie komputera specjalnie przeznaczonego do jej obsługi. Komputer klasy AT można obecnie nabyć na giełdach i wyprzedazach za sumę z pewnością mniejszą niż koszt elementów potrzebnych do zbudowania „samodzielnego” sterownika.

Jeszcze jednym argumentem przemawiającym za zastosowaniem komputera jest łatwość magazynowania praktycznie dowolnej ilości programów sterujących pracą robotów czy makiet. Nawet na zwykłej dyskietce będziemy mogli magazynować informacje pozwalające na wykonywanie wielogodzinnego programu.

Alternatywą w stosunku do opisywanego rozwiązania może być zastosowanie systemu mikroprocesorowego. Ja wybrałem komputer, ale jeżeli Czytelnicy opowiedzą się za zbudowaniem sterownika mikroprocesorowego, to sądzę że red. Sławek Surowiński nie pozostanie

głuchy na dochodzący go vox populi i coś dla Was wymyśli.

Po tym przydługim wstępie przejdźmy wreszcie do analizy schematu proponowanego układu. Już pierwszy rzut oka na pokazany na **rysunku 1** schemat pozwala stwierdzić, że decyzja o „zapędzeniu do pracy” komputera nie była nieuzasadniona. Do budowy układu realizującego bardzo skomplikowane funkcje zastosowano jedynie sześć, tanich i łatwo dostępnych układów scalonych. Takie właśnie rezultaty daje przeniesienie całej „inteligencji” urządzenia do komputera!

Zakładamy, że wykonane i sprawdzone urządzenie zostało za pośrednictwem kabla drukarkowego połączone z komputerem. Częstotliwość pracy generatora zbudowanego z wykorzystaniem układu NE555 – IC5 została za pomocą potencjometru montażowego PR1 ustawiona na ok. 85kHz. Po dołączeniu zasilania w układzie panuje jeszcze kompletny bałagan i pierwszym zadaniem jakie musi wykonać program, który napiszecie jest jego uporządkowanie. Zaczniemy od wyzerowania licznika IC3A, którego wejście zerujące zostało dołączone do wyjścia STROBE rejestru dwukierunkowego interfejsu CENTRONICS. Możemy tego dokonać za pomocą polecenia, wydanego z poziomu interpretera języka BASIC:

```
REM ZEROWANIE LICZNIKA
ZERO:
OUT &H37A, 12
GOSUB DELAY REM DELAY – pętla
                                opóźniająca
OUT &H37A, 13

RETURN
```

Kolejną czynnością będzie wysłanie na szynę danych interfejsu CENTRONICS liczby, której wartość decydować będzie o kącie ustawienia wału napędowego pierwszego serwomechanizmu. Może to być liczba z zakresu 42...255 (za chwilę wyjaśnimy, skąd się bierze ograniczenie najmniejszej wartości tej liczby. Potrzebną wartość wysyłamy na szynę danych za pomocą polecenia:

```
OUT &H378, x REM x = 42 255
```

Łatwo zauważyć, że wysłana na szynę danych liczba została doprowadzona do wejść programujących dwóch kaskadowo połączonych liczników rewersyjnych IC1 i IC2.

Następną czynnością będzie włączenie generatora z IC5 i rozpoczęcie zliczania przez obydwa liczniki rewersyjne. Wejście zezwolenia generatora zegarowego zostało dołączone do jednego z wyjść przerzutnika R-S zbudowanego z bramek IC6A i IC6B, który obecnie jest

wyłączony. Wysłanie do rejestru dwukierunkowego interfejsu polecenia

```
REM IMPULS STARTOWY
LICZNIKÓW
IMPULS:
OUT &H37A, 9
GOSUB DELAY
OUT &H37A, 13
RETURN
```

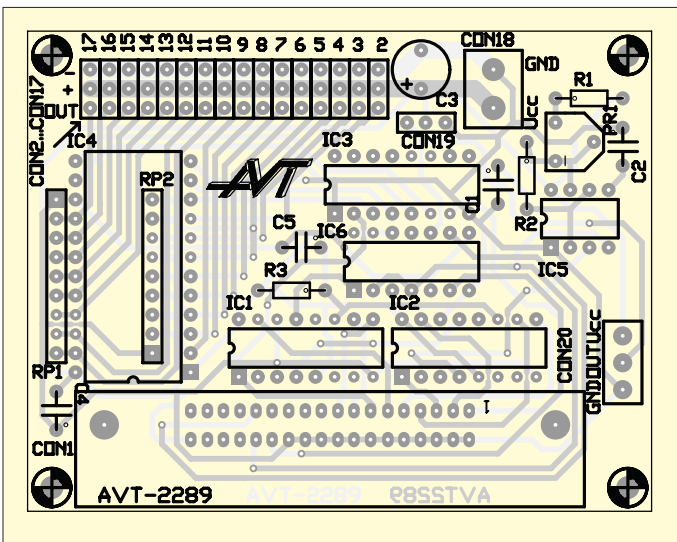
spowoduje wymuszenie na wejściu 6 bramki IC6B stanu niskiego i w konsekwencji włączenie przerzutnika R-S. Jednocześnie na wejścia PEV liczników dostarczony zostaje krótki impuls ujemny, który powoduje przepisanie danych z wejść J1 J4 do rejestrów liczników i rozpoczęcie zliczania od zadanej liczby w dół. Łatwo obliczyć, że jeżeli wartość liczby wpisanej do rejestrów licznika wynosiła 255, to liczniki osiągną stan zerowy dokładnie po upływie 3msek, co jest czasem trwania najdłuższego impulsu mogącego prawidłowo sterować serwomechanizmem. Jeżeli wartość ta wynosiła 42, do zliczania zakończy się po 0,5msek, czyli po czasie trwania najkrótszego impulsu sterującego serwo.

Po rozpoczęciu odliczania komputer przechodzi w stan oczekiwania na jego zakończenie, które zostanie zasygnalizowane faktem pojawienia się na wyjściu przeniesienia BOX licznika IC1 stanu niskiego. Stan niski z tego wyjścia zostanie doprowadzony do wejścia zerującego przerzutnika R-S, powodując jego natychmiastowe wyłączenie. Wejście ERROR\ rejestru wejściowego interfejsu CENTRONICS zostało dołączone do wyjścia 4 przerzutnika i od momentu rozpoczęcia zliczania komputer oczekuje na pojawienie się na nim stanu niskiego. Detekcji tego zdarzenia może służyć pętla programowa mająca następującą postać:

```
REM SPRAWDZANIE ZAKO CZENIA
ODLICZANIA
KONIEC?:
DO
LOOP UNTIL INP(&H379) = 119
RETURN
```

Serwomechanizmy współpracujące z naszym układem zostały dołączone do wyjść oznaczonych na schemacie jako CON2 CON17. Wejścia sterujące serw połączone są z wyjściami multiplexera – demultiplexera IC4. Na wejściu IC4 został na stałe wymuszony stan wysoki, a jego wejście zezwolenia E\ połączone zostało z tym wyjściem przerzutnika R-S, na którym podczas zliczania występuje stan niski.

Przy stanie zerowym licznika IC3A na wyjście 3 złącza CON2 został więc wysłany impuls sterujący pracą pierwszego



Rys. 2. Schemat montażowy

serwomechanizmu, o czasie trwania ściśle proporcjonalnym do wartości liczby podanej na szynę danych komputera. Zmieniając tą wartość możemy z dużą precyzją regulować kąt ustawienia wału napędowego pierwszego serwa.

Jednak tylko w zupełnie wyjątkowych przypadkach zadowolimy się jednym serwomechanizmem. Najczęściej będziemy ich stosowali ca najmniej osiem i dlatego musimy zapoznać się z sposobem sterowania pozostałych układów wykonawczych. Aby wysłać impulsy sterujące do kolejnych serw należy zmienić stan licznika IC3A, a tym samym wysłać impuls sterujący pod kolejny adres. Zmiany stanu licznika dokonujemy za pomocą następującego polecenia:

```
REM WYS ANIE IMPULSU DO LICZNIKA
IMPULS:
OUT &H37A, 5
GOSUB DELAY
OUT &H37A, 13
RETURN
```

Po wysłaniu impulsu zegarowego na wejście IC3A powtarzamy opisane wyżej czynności wysyłając impuls do drugiego serwomechanizmu, następnie do trzeciego i tak dalej. Po wysłaniu impulsu do ostatniego z używanych aktualnie serwomechanizmów cykl sterowania kolejnych serw musi się powtarzać – program musi pracować w pętli (patrz u dołu strony)

Jak dotąd mówiliśmy o serwomechanizmach dołączonych do wyjść CON2...CON17 opisywanego układu.

```
FOR D = 1 TO I REM I – ILO ZASTOSOWANYCH SERWOMECHANIZMÓW
OUT &H378, A(D)
REM A(D) LICZBY OKREŚLAJĄCE POŁOŻENIE KOLEJNYCH SERW
GOSUB START
GOSUB KONIEC
GOSUB IMPULS
NEXT D
```

ciężki kabel. Dodatkowym utrudnieniem byłby ograniczony zasięg transmisji (w przypadku stosowania interfejsu CENTRONICS dane nie mogą być przesyłane na odległość większą niż kilka metrów). Na szczęście rozwiązanie tego problemu mamy prawie gotowe. Popatrzmy jeszcze przez chwilę na schemat i zwróćmy uwagę na element, o którym jak dotąd nie wspominaliśmy. Jest nim bramka NAND – IC6C, na której wyjściu otrzymujemy dane w postaci szeregowej, zgodnej z protokołem transmisji stosowanym w modelarstwie przy sterowaniu proporcjonalnym. Przypominam, że mamy już gotowy szesnastokanałowy koder i dekodek sterowania proporcjonalnego, opisany w numerze EdW. Koder nie będzie nam na razie potrzebny, ale dekodek dołączony do wyjścia CON19 naszego sterownika zapewni możliwość transmisji szeregowych danych, wykorzystującej jedynie dwa przewody lub kanał łączności na podczerwieni lub radiowo.

Jeżeli stosować będziemy transmisję szeregową, to po zakończeniu wysyłania impulsów do kolejnych serwomechanizmów, należy wysłać na wyjście układu impuls o długości co najmniej 10msek, który umożliwi zsynchronizowanie pracy naszego sterownika z dekodekrem (szczegół w wspomnianym wyżej numerze EdW). Możemy to uczynić przez podanie na wyjście AUTO rejestru dwukierunkowego niskiego poziomu logicznego (podczas przesyłania danych musi tam być

Jest to rozwiązanie najprostsze, ale niekiedy dość kłopotliwe. Jeżeli poruszać będziemy stacjonarną makieta, konieczność doprowadzenia do urządzenia kabla drukarkowego łączącego go z komputerem nie będzie szczególnie trudne. Problemy zaczną się dopiero podczas budowy urządzenia będącego w ruchu, które musiałoby ciągnąć za sobą dość

stan wysoki) lub inną metodą programową.

Wicie co, Moi Drodzy? Może to nie- skromne, ale jestem z siebie bardzo zadowolony! Wydaje mi się, że „wycisnąłem” z tego prostego urządzenia naprawdę wiele i sądzę, że okaże się ono dla Was naprawdę użyteczne!

Nie jestem programistą, a właściwie jestem bardzo marnym programistą. Niemniej napisałem prosty program w języku BASIC, który może posłużyć do przetestowania wykonanego urządzenia i może stanowić bazę do pisania bardziej skomplikowanych programów. Program ten, wraz z kodem źródłowym znajduje się będzie na dyskietce dołączonej do kitu.

## Montaż i uruchomienie

Na rysunku 2 została przedstawiona mozaika ścieżek płytki drukowanej wykonanej na laminacie dwustronnym oraz rozmieszczenie na niej elementów. Montaż układu nie wymaga jakichkolwiek komentarzy, wszystkie czynności musimy wykonać w typowy, wielokrotnie już opisywany na łamach EdW sposób. Pod układy scalone należy zastosować podstawki, a szczególnie pod układ IC4. Wewnątrz podstawki tego układu umieszczony jest bowiem jeden z R-PACK ów, który musimy wlutować w płytkę w pierwszej kolejności. Jedyną czynnością regulacyjną będzie ustawienie za pomocą potencjometru montażowego PR1 częstotliwości na wyjściu IC5. Częstotliwość ta powinna wynosić ok. 85kHz. Jeżeli nie posiadamy miernika częstotliwości, to regulacji możemy dokonać metodą prób i błędów. Dołączamy do pierwszego wyjścia (CON2) serwomechanizm i z poziomu interpretera dowolnego dialektu języka BASIC uruchamiamy następujący program:

```
CLS
OUT &H37A, 12
GOSUB DELAY
OUT &H37A, 13
DO
OUT &H378, 255
OUT &H37A, 9
GOSUB DELAY
OUT &H37A, 13
GOSUB KONIEC
LOOP UNTIL INKEY$ <> „ ”
END
KONIEC:
DO
LOOP UNTIL INP(&H379) = 119
FOR m = 1 TO 25: NEXT m
RETURN
DELAY:
FOR R = 1 TO 1000
NEXT R
RETURN
```

## SERWOMECHANIZMY MODELARSKIE JUŻ W OFERCIE HANDLOWEJ AVT!

Dane techniczne standardowego serwomechanizmu firmy HITEC typu HS300  
 Napięcie zasilania: typowe, 4,8...6VDC  
 Kąt obrotu przy sterowaniu typowymi impulsami (1 2msek): 60°  
 Kąt obrotu przy sterowaniu impulsami 0,5...3msek: 190°  
*Zamówienia prosimy kierować do Działu Handlowego AVT.*

Następnie za pomocą potencjometru montażowego PR1 ustawiamy serwo w krańcowym położeniu.

Omówmy teraz to, na co z pewnością wielu Czytelników czeka z niecierpliwością: budowę maszyny kroczącej. Opis ten będzie z konieczności ogólnikowy, ale sądzę że po dokładnym przyjrzeniu się zdjęciom poradzicie sobie z tą prostą mechaniką. Bynajmniej zresztą nie namawiam do naśladowania wykonanej przeze mnie konstrukcji, mam nadzieję, że większość moich Kolegów przewyższa mnie wyobraźnią i wykonania własne, niecodzienne konstrukcje wykorzystujące opisany sterownik.

Na początek zadajmy sobie jedno pytanie: czy budowanie tak skomplikowanych i kosztownych urządzeń jak maszyny kroczące ma sens i jakie może być praktyczne zastosowanie wykonanej konstrukcji? Odpowiedź na pytanie o zastosowanie praktyczne będzie miażdżąca: takie urządzenia nie mają obecnie i z pewnością jeszcze długo nie będą miały jakiegokolwiek zastosowania praktycznego. Co jednak odpowiedzieć na pytanie o sens budowania tych maszyn? Tak, z pewnością ma to sens, tak jak każda działalność eksperymentatorska. Brak praktycznego zastosowania jakiegoś urządzenia nie oznacza bowiem, że nie należy się nim zajmować. Ciekawe, co odpowiedzieliby bracia Wright zapytani o praktyczne zastosowanie pewnej opracowanej przez nich i spotykającej się z ironicznymi kpinkami, konstrukcji?

Szczegóły budowy wykonanej przeze mnie maszyny kroczącej widoczne są bardzo wyraźnie na zdjęciach, a w następnym numerze EdW znajdziecie pokazane kształtki potrzebne do jej wykonania, które możecie nabyć w ofercie handlowej AVT.

Co do samej budowy maszyny mogę podać Wam tylko jedną, ale za to bardzo użyteczną wskazówkę. Jeżeli zdecydujecie się na budowę maszyny wyposażonej w 4 nogi, takiej samej lub podobnej do przedstawionej na zdjęciach, to napotkacie na pewno problem konstruktorski. Aby wykonać krok maszyna taka musi kolejno odrywać nogi od podłoża i przesuwać je. Tak więc chwilami urządzenie będzie miało tylko trzy punkty podparcia, co przy centralnym położeniu środka ciężkości może być i najczęściej jest stanem niestabilnym. Krótko mówiąc, maszyna będzie „walić się na pysk” przy próbie uniesienia nogi. Rozwiązanie

problemu jest stosunkowo proste, a to dzięki możliwości zastosowania nieocenionych dla konstruktora serwomechanizmów. Należy po prostu zainstalować na płycie nośnej maszyny jeszcze jeden serwomechanizm, na którego wale mimośrodowo zamocowane jest stosunkowo duże obciążenie. Takim obciążeniem mogą być np. cztery akumulatory NiCd umieszczone w typowym koszyku na baterijki i służące do zasilania maszyny. Przed uniesieniem przez maszynę prawej nogi serwo przesuwa obciążenie na lewą stronę, a przed uniesieniem lewej – na prawą stronę. Takie rozwiązanie skutecznie zabezpiecza przed przewróceniem się czworonoga i może być także zastosowane przy eksperymentach z maszynami dwunożnymi. Czy wymyśliliśmy coś nowego, jakąś rewelacyjną koncepcję urządzenia pomagającego zachować równowagę? Nic podobnego, Matka Natura wymyśliła to już miliony lat temu. Wystarczy poobserwować poruszające się zwierzęta, a także ludzi. Przecież chodząc czy biegając także nieustannie balansujemy ciałem przesuując środek ciężkości, co zabezpiecza nas przed przewróceniem się (bywają wprawdzie sytuacje, kiedy nie zabezpiecza, ale mam nadzieję że żaden z moich Czytelników nie znalazł się w takim stanie).

Na zakończenie chciałbym poruszyć jeszcze sprawę zasilania maszyny kroczącej oraz innych urządzeń wykorzystujących dużą ilość serwomechanizmów. Jak już wspominałem, maksymalnie obciążone serwa pobierają dość duży, dochodzący niekiedy do 1A, prąd. Tak więc jeżeli w naszej maszynie stosujemy 9 serwomechanizmów, to musimy się liczyć z chwilowym poborem prądu do ok. 7...8A i takie obciążenie musi wytrzymać układ zasilający. Moim zdaniem, budowa zasilacza o takich parametrach nie zawsze będzie celowa, a tańszym i prostszym rozwiązaniem może być zastosowanie okresowo doładowywanego akumulatora, ze względu na cenę najlepiej kwasowego – niewylewnego.

Jeżeli jednak zdecydujemy się na zastosowanie zasilacza sieciowego, to warto tu wspomnieć o pewnej, niezwykłej interesującej możliwości zdobycia zasilacza +5VDC/20A, +12VDC/8A, -5VDC/0,3A i -12VDC/0,3A, który możemy kupić za niewielką sumę pieniędzy lub uzyskać z demontażu przestarzałej obudowy komputera PC. Ze względu na rosnącą popular-

## Wykaz elementów

### Rezystory

PR1: 220kΩ  
 RP1, RP2: R-PACK SIL 2,2...10kΩ  
 R1, R3: 10kΩ  
 R2: 33kΩ

### Kondensatory

C1: 100pF  
 C2: 10nF  
 C3: 1000µF/10  
 C4: 100nF  
 C5: 1nF

### Półprzewodniki

IC1, IC2: 40193  
 IC3: 4520  
 IC4: 4067  
 IC5: NE555  
 IC6: 4011

### Pozostałe

CON1 : złącze CENTRONICS 36 pinów lutowane w płytkę  
 CON2 CON17, CON19: 3x goldpin  
 CON18: ARK2

ność płyt głównych standardu ATX temat „zagospodarowania” wycofywanych z użycia obudów do PC staje się coraz bardziej aktualny i postaram się szerzej omówić go w najbliższym czasie. Wizja zdobycia zasilacza o podanych parametrach za ok. 50zł, lub za darmo wydają się dość interesująca! Polecam stosowny projekt w tym numerze EdW.

Kolegom zainteresowanym tematem robotyki polecam także lekturę jednego z najbliższych numerów Elektroniki Praktycznej, w którym zostanie zamieszczony opis w pełni już funkcjonalnego urządzenia: ręki robota, zbudowanej także z wykorzystaniem serwomechanizmów modelarskich. To nie jest już tylko eksperyment, zbudowane przeze mnie urządzenie potrafi wykonywać pewne czynności praktyczne (np. nalewać piwo, rzecz jasna bezalkoholowe).

**Jeszcze jedna, bardzo ważna uwaga praktyczna! Opisany sterownik należy połączyć z komputerem za pomocą kabla przeznaczanego do drukarek laserowych!** Drukarki igłowe i większość drukarek atramentowych nie wykorzystywały wyjścia AUTO\ portu CENTRONICS i „oszczędni” producenci kabli drukarkowych po prostu pozostawiali je nie podłączone. Oczywiście, uwaga ta odnosi się także do wszystkich urządzeń wykorzystujących wyjście AUTO\. Ja sam nie wiedziałem do niedawna o braku tego połączenia w typowym kablu drukarkowym i podczas uruchamiania jednego z układów – no, powiedzmy, „trochę” się pomęczyłem.

Typowy kabel drukarkowy możemy wykorzystywać jedynie w przypadku, kiedy nie wykorzystywać będziemy opcji transmisji szeregowych danych. **Należy jednak wtedy dołączyć wejście 9 bramki IC6C do plusa zasilania.**

Zbigniew Raabe