

Programowany sterownik do zabawek i modeli



EdW postanowiła odrobić wieloletnie zaniedbania i to nie swoje (trudno o wieloletnie zaniedbania w piśmie, które istnieje dopiero parę miesięcy), ale wszystkich wydawnictw zajmujących się w Polsce elektroniką amatorską.

Postanowiliśmy mianowicie zabrać się za kompletnie dotąd przez wszystkich lekceważony temat: za zabawki dla dzieci. Zdajemy sobie sprawę z wagi podjętego tematu: dzieci są niezwykle wymagającymi odbiorcami przeznaczonych dla nich wyrobów oraz bezlitosnymi i bezkompromisowymi krytykami.

Ponadto, kto jak kto, ale dzieci zasługują na to, aby traktować je z największą powagą. Dodajmy jeszcze, że opisany w tym artykule sterownik może być użyty do wielu innych, całkiem poważnych zastosowań.

Funkcje układu

Sterownik jest układem elektronicznym, który znakomicie rozszerza możliwość sterowania różnorodnymi pojazdami mechanicznymi. Należy go wbudować do istniejącego pojazdu - przykład można podziwiać na fotografii wstępnej.

Ten prosty sterownik umożliwi nauczanie zabawki wykonywania 8-u określonych czynności. Proponowane urządzenie może także zapamiętać cykl czynności wykonywanych przez dowolne urządzenie sterowane prądem elektrycznym i powtórzyć je dowolną ilość razy. Wzorów dydaktycznych układu nie sposób przecenić, a o walorach użytkowych decydować będzie pomysłowość Czytelników w kwestii wykonania układu mechanicznego. Urządzenie to może posłużyć do animacji wszelkiego rodzaju modeli bez inwestowania w kosztowną aparaturę do radiowego zdalnego sterowania. Proponowany układ będzie także niezwykle interesującą konstrukcją dla modelarzy "kolejowych". W przypadku bardziej rozbudowanych makiet kolejowych sterownie tyl-

ko ośmioma funkcjami może się okazać niewystarczające, ale bez większych przeróbek możemy przecież łączyć ze sobą równolegle praktycznie dowolną ilość modułów programatorów.

Jak już powiedziano, układ pozwala na wielokrotne powtarzanie przez sterowane urządzenie szeregu czynności, których wykonywania zostało uprzednio nauczone. Czynności tych może być maksymalnie osiem (np. w modelu pojazdu gąsienicowego: prawy silnik naprzód, lewy silnik naprzód, prawy silnik wstecz, lewy silnik wstecz, zapal światła, włącz sygnał dźwiękowy itp.). Czas uczenia się, a zatem i odtwarzania zaprogramowanej akcji zależy od częstotliwości zegara sterującego, a tym samym przyjętego rastra. W rozwiązaniu modelowym wykorzystującym raster 0,5s, układ umożliwił sterowanie modelem czołgu przez ponad 17 minut!

Jeżeli przyjmijemy mniejszy raster, np. 0,1s, to czas wykonywania programu zmniejszy się pięciokrotnie, ale za to też pięciokrotnie wzrośnie precyzja manewrów.

Projekty AVT

Nasze urządzenie posiada konstrukcję modułową i jak na razie składa się z trzech podstawowych bloków funkcjonalnych - modułów.

Kolejność czynności przy korzystaniu z programatora jest następująca: najpierw przy pomocy pulpitu sterującego należy "nauczyć" układ potrzebnych czynności przez, po prostu, wykonanie ich za pomocą przycisków umieszczonych na pulpicie. Następnie należy odłączyć pulpit sterujący, włączyć funkcję "odczyt" i urządzenie może wielokrotnie wykonać zapamiętane czynności. Pamięć zostanie skasowana dopiero po odłączeniu napięcia zasilającego.

Programator

Właściwy programator zawiera pamięć statyczną RAM typu 6116 z elementami niezbędnymi do jej sterowania. Ten fragment układu posiada osiem wejść/wyjść służących przekazywaniu informacji z pulpitu sterującego i do sterowanego urządzenia. Ponadto moduł ten wyposażony jest w dwa wejścia umożliwiające rozpoczęcie rejestracji programu a następnie jego wielokrotne odtwarzanie. Moduł nie posiada żadnego układu zasilającego - zasilanie (5V) jest pobierane ze sterowanego układu.

Moduł wykonawczy

Moduł wykonawczy jest tylko jednym z wielu możliwych rozwiązań, przeznaczony jest do kierowania pojazdem posiadającym niezależny napęd dwoma

silnikami: z prawej i lewej strony. Klasyycznym przykładem takiego rozwiązania jest napęd gąsienicowy stosowany w pojazdach bojowych i ciężkich maszynach roboczych. Jak widać na fotografii, taki właśnie pojazd został użyty w rozwiązaniu modelowym.

Układ umożliwia wykonanie przez sterowany pojazd następujących funkcji:

1. Oba napędy stop: sytuacja oczywista
2. Oba napędy do przodu: jazda w przód
3. Oba napędy wstecz: jazda do tyłu
4. Prawy napęd do przodu: zakręt do przodu, w lewo
5. Lewy napęd do przodu: zakręt do przodu, w prawo
6. Prawy napęd do tyłu: zakręt do tyłu, w prawo
7. Lewy napęd do tyłu: zakręt do tyłu, w lewo
8. Lewy napęd do tyłu, prawy napęd do przodu: obrót dookoła osi w prawo.
9. Lewy napęd do przodu, prawy napęd do tyłu: obrót dookoła osi w lewo.
10. Funkcja dodatkowa włączana przełącznikiem. W rozwiązaniu modelowym przełącznik włącza światła główne pojazdu.
11. Funkcja dodatkowa włączana tranzystorem. W rozwiązaniu modelowym był to sygnał akustyczny.

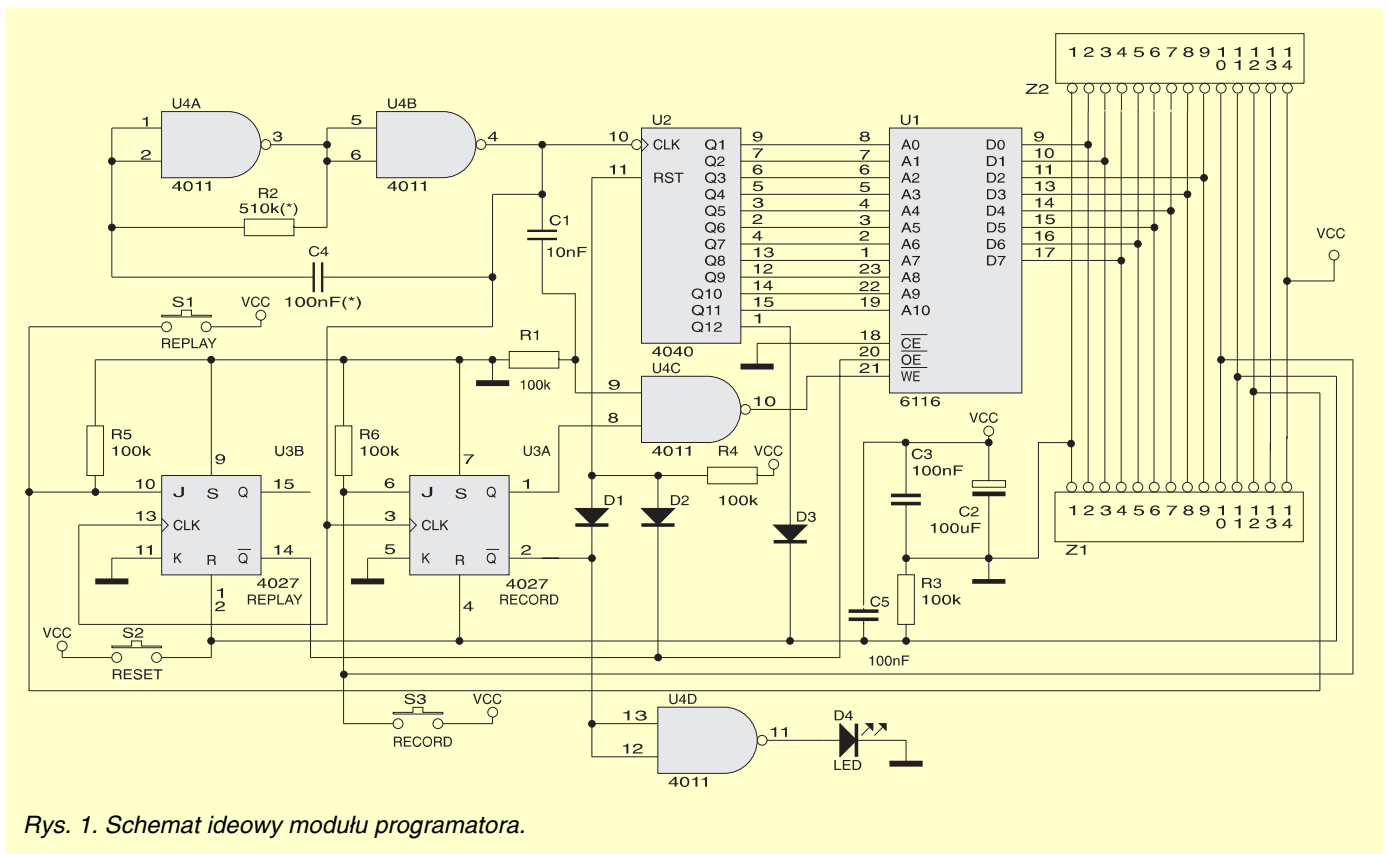
Autor widzi już w wyobraźni zawieszane miny Kolegów zajmujących się modelarstwem samochodowym: "Po co nam taki sterownik, przecież przednie

koła samochodu skręcane są w sposób ciągły, nam potrzebny jest programator analogowy, a nie cyfrowy". Cierpliwości, przyjdzie i na to pora! Możemy chyba poświęcić cztery bity informacji z naszego programatora na sterowanie pseudoanalogowe. Cztery bity dadzą nam szesnaście różnych pozycji kół skrętnych. Wystarczy prosty przetwornik... Stop, po kolei. Zakończmy najpierw rozpoczęty temat, a sterowaniem analogowym zajmiemy się w jednym z następnych artykułów. Odpowiedni sterownik jest już opracowywany. Pamiętajmy, że tylko programator jest układem względnie kosztownym. Pozostałe moduły będą z zasady proste i tanie i do jednego programatora będziemy mogli przygotować wiele sterowników czy pulpitu sterujących.

Proponowany moduł wykonawczy nie wykorzystuje wszystkich wyjść programatora, pozostawiając dwa z nich "bez przydziału". Te wyjścia przydadzą nam się z pewnością w kolejnych wersjach rozwojowych naszego urządzenia.

Pulpit sterujący

Trzecim modułem jest klawiatura sterująca, którą trudno nazwać urządzeniem elektronicznym. Jest to po prostu zbiór przycisków i przełączników dobranych według indywidualnych potrzeb użytkownika. Na okrasę dodano do tych elementów mechanicznych sześć inwerterów.



Tab. 1.

CE\ OE\ WE\	Tryb pracy	Stan D0...D7	Stan układu
H X *	X	nie ustalony	wysoka impedancja
L H	H	nie ustalony	wysoka impedancja
L L	H	odczyt	wyjścia
L X	L	zapis	wejścia

X oznacza dowolny stan logiczny

Opis działania

Moduł programatora

Moduł programatora, którego schemat elektryczny przedstawiony jest na rysunku 1, składa się z trzech, wyraźnie się wyodrębniających bloków funkcjonalnych: pamięci RAM zrealizowanej na układzie scalonym 6116, licznika binarnego adresującego tę pamięć i układu sterującego wraz z zegarem systemowym, zbudowanego z dwóch przerzutników J-K i trzech bramek NAND.

Zanim jednak rozpoczniemy analizę pracy układu, powiedzmy sobie kilka słów o zastosowanej w urządzeniu pamięci 6116. Układ 6116 jest pamięcią typu SRAM (Static Random Access Memory - pamięć statyczna o swobodnym dostępie). Co oznacza ta nazwa? Mówiąc najprościej oznacza, że do pamięci tej możemy zapisywać dane, przechowywać je bez stosowania żadnych dodatkowych procesów elektronicznych i w dowolnej chwili i dowolną ilość razy odczytywać. Wszystkie dane zapisane w pamięci pozostaną w niej tak długo, aż zostaną zastąpione nowymi lub wyłączone zostanie zasilanie systemu. 6116 jest pamięcią o pojemności 2kB, czyli że możemy w niej zapisać dwa tysiące (dokładnie: 2048) słów 8-mio bitowych - bajtów.

Zajmijmy się teraz krótkim opisem wejść/wyjść i funkcji realizowanych przez pamięć 6116. Układ posiada osiem wejść/wyjść danych oznaczonych na schemacie jako końcówki D0...D7. W zależności od aktualnego trybu pracy pamięci z końcówek tych możemy pobierać lub zapisywać do nich dane. Wejściami decydującymi o trybie pracy są dwa wejścia: OE\ (Output Enable - uaktywnienie odczytu) i WE\ (Write Enable - uaktywnienie zapisu). Kreska za symbolami wejść sterujących oznacza, że stanem aktywnym tych wejść jest stan niski. Tabela prawdy dla 6116 (tab. 1) pomoże Czytelnikom zorientować się w sposobie pracy tego układu (a także większości innych pamięci SRAM). Z analizy tej tabeli możemy wyprowadzić interesujący i ważny na przyszłość wniosek, że wejście zapisu ma zawsze priorytet przed wejściem odczytu.

Trzecie wejście zezwalające CE\ (Chip Enable) może posłużyć do całko-

witego "odłączenia" kostki od reszty systemu. Podanie na to wejście stanu wysokiego wprowadza wszystkie wyjścia pamięci w stan wysokiej impedancji. W naszym układzie to wejście nie będzie wykorzystywane i jest na stałe zwarte do masy, ale w innych systemach umożliwić ono może pracę wielu kostek pamięci z wejściami danych połączonymi równolegle.

Analizę pracy naszego programatora najwygodniej będzie rozpocząć od "momentu narodzin" - włączenia zasilania. Fragment układu z C5 i R3 służy zapobieganiu pojawiania się stanów nieustalonych i zakazanych po włączeniu zasilania. Stan wysoki utrzymujący się przez jakiś czas na wejściach R (Reset - zerowanie) przerzutników U3B i U3A powoduje wyzerowanie tych przerzutników i przygotowanie układu na przyjęcie polecenia zapisu lub odczytu (bezpośrednio po włączeniu zasilania właściwie nie mamy jeszcze czego odczytywać!). Ponieważ zarówno U3A jak i U3B nie są włączone, żadne z ich wyjść Q\ nie zwiernia poprzez diodę D1 lub D2 wejścia zerującego licznika U2 do masy i w związku z tym licznik ten też jest wyzerowany. Pracuje tylko generator zegarowy zrealizowany na bramkach U4A i U4B, generując ciąg impulsów o częstotliwości ok. 0,5Hz.

Zapis (programowanie czynności)

Przygotowujemy teraz naszą zabawkę do akcji. Jeżeli jest nią pojazd mechaniczny, to ustawiamy go w pozycji startowej i naciskamy przycisk "RECORD" na pulpicie sterującym. Stan wysoki zostaje doprowadzony do wejścia J przerzutnika U3A i w efekcie tego:

- przy nadejściu najbliższego impulsu zegarowego przerzutnik ten włącza się
- stan "0" pojawiający się na jego wyjściu Q\ za pośrednictwem diody D1 wymusza także stan niski na wejściu zerującym licznika U2 i układ ten rozpoczyna zliczanie impulsów zegarowych
- stan logiczny "1" z wyjścia Q U3A otwiera zamkniętą do tej pory bramkę U4C. Na drugie wejście tej bramki podawane są impulsy zegarowe, podawane przez kondensator C1. Od momentu włączenia tej bramki, krótkie im-

pulsy ujemne podawane są na wejście WE\ pamięci.

Podsumowując: podczas włączonego trybu zapisu każdy kolejny impuls zegarowy zwiększa stan licznika U2 o 1, tym samym adresowana jest kolejna komórka pamięci. Po każdej zmianie adresu generowany jest impuls umożliwiający zapisanie do pamięci stanu (w obecnym trybie pracy - wejść) danych - D0...D7. Stan tych wejść zależy od położenia przycisków na pulpicie sterującym, który omówimy za chwilę. Komendy wydawane z pulpitu sterującego są cały czas nie tylko zapisywane w pamięci ale i przekazywane do układu wykonawczego. Nasza zabawka wykonuje nakazane czynności i jednocześnie zapamiętuje je.

Po osiągnięciu przez licznik U2 stanu 011111111111_(BIN) kolejne wstępujące zbocze impulsu zegarowego powoduje powstanie stanu "1" na wyjściu Q12 tego licznika. Stan ten, doprowadzony poprzez diodę D3 do wejść R U3A i U3B natychmiast zeruje aktualnie włączony (U3A) przerzutnik i układ powraca do stanu początkowego. No, nie zupełnie, ma już bowiem zapisaną w pamięci ogromną ilość informacji zebraną podczas naciskania przycisków na pulpicie sterowniczym i wykonywania manewrów przez sterowany pojazd, którą za chwilę wykorzystamy.

Elementem dodatkowym programatora jest dioda świecąca D4 włączana za pośrednictwem bramki U4D podczas pracy układu w trybie zapisu. Jest to element opcjonalny, mogący w niektórych sytuacjach ułatwić zorientowanie się, czy rejestracja programu została już zakończona.

Odczyt

Aby wykonać zaprogramowaną sekwencję czynności, ponownie ustawiamy naszą zabawkę w pozycji wyjściowej. Kabel prowadzący od pulpitu sterującego do programatora odłączamy (**nie odłączenie tego kabla może spowodować poważne zakłócenia w pracy układu**) i naciskamy przycisk REPLAY umieszczony w dogodnym miejscu na obudowie zabawki. Naciśnięcie tego przycisku spowoduje włączenie drugiego przerzutnika J-K - U3B. Stan niski z wyjścia Q\ tego przerzutnika zostanie przekazany na wejście OE\ układu pamięci 6116, zezwalając na odczyt danych. Jednocześnie za pośrednictwem diody D2 na wejściu zerującym U2 zostanie także wymuszony stan niski i, podobnie jak podczas zapisu, układ ten rozpocznie zliczanie impulsów i adresowanie pamięci. Tym razem na wyjściach D0...D7 układu pamięci zaczną pojawiać się kolejne kombinacje zero -

Projekty AVT

jedynkowe, identyczne z tymi, jakie wprowadziliśmy podczas zapisu. Nasza zabawka zaczyna powtarzać wszystkie czynności, jakich została uprzednio nauczona i będzie czynić to aż do momentu osiągnięcia przez licznik U2 stanu 10000000000_(BIN) (lub naciśnięcia przycisku RESET). W tym momencie stan "1" z wyjścia Q12 tego licznika wymusi za pośrednictwem diody D3 stan wysoki na wejściach zerujących przerzutników i układ powróci do stanu wyjściowego, gotowy do ponownego odczytu lub zarejestrowania nowego programu.

Moduł wykonawczy

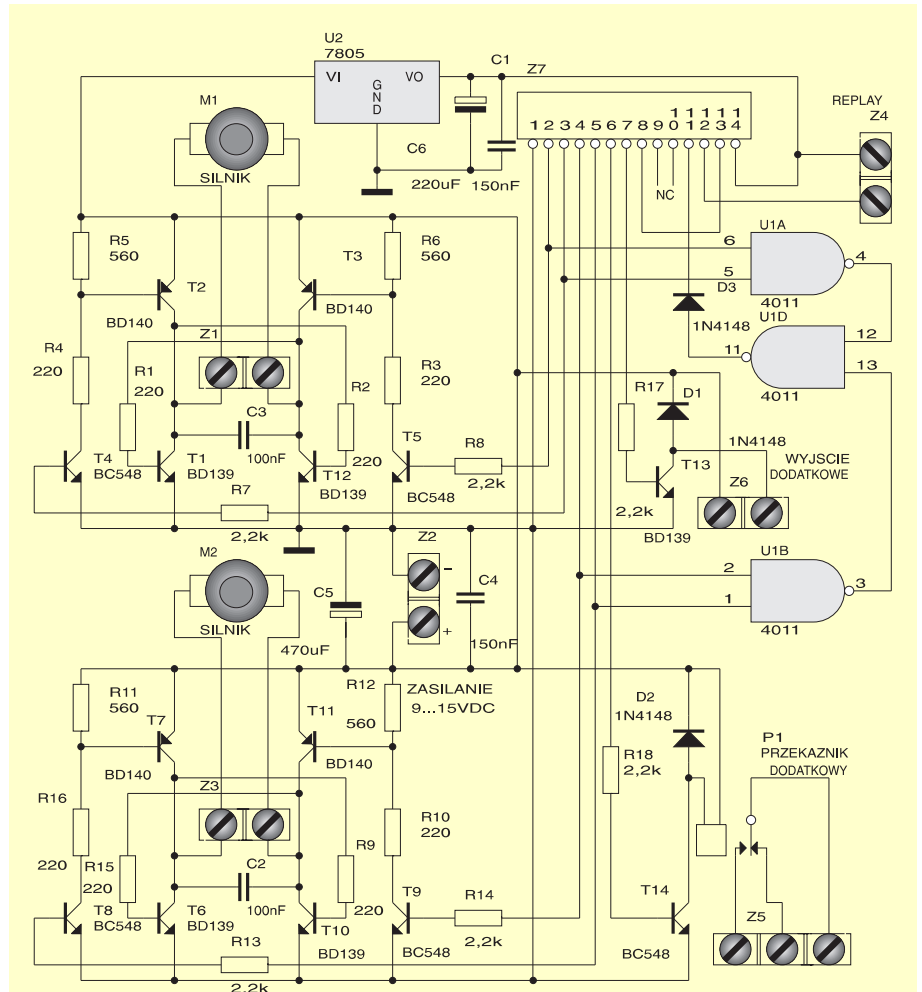
Schemat elektryczny modułu wykonawczego pokazany jest na **rysunku 2**. Od razu widać, że składa się on z dwóch identycznych bloków funkcjonalnych - układów sterowania silników: prawego i lewego oraz z przełącznika i tranzystora włączających jeszcze nie sprecyzowane urządzenia.

Jeszcze raz podkreślamy, że o ile moduł programatora jest urządzeniem, którego droga rozwojowa już się zakończyła (co bynajmniej nie oznacza, że autor uważa go za układ perfekcyjnie zaprojektowany) to opisywany teraz układ jest jedynie jednym z dziesiątków możliwych do zrealizowania układów wykonawczych. Nie ma przeszkód, aby nasz programator połączyć z innego rodzaju modułem wykonawczym i wykorzystać np. do sterowania światłami w dyskotece lub różnymi urządzeniami w domu?

Pozostaliśmy jednak przy pierwszym z proponowanych układów. Działanie układów włączania urządzeń dodatkowych jest oczywiste i nie ma sensu ich tutaj opisywać. Skupmy się więc na układzie włączania i zmiany kierunku obrotu silnika. Na **rysunku 3** widzimy nieco uproszczony fragment tego układu, narysowany do celów poglądowych.

Elementy odpowiedzialne za pracę silnika w prawo (umownie) zostały dodatkowo oznaczone literką "P", odpowiedzialne za obrót w lewo - "L" (Uwaga! Numeracja elementów na tym rysunku nie ma nic wspólnego z numeracją na schemacie ideowym i montażowym). Przeanalizujemy teraz trzy możliwe sytuacje

1. W punkcie IN P i w punkcie IN L panuje stan niski. Łatwo dojść do wniosku, że w tym momencie żaden z tranzystorów nie przewodzi i po przekątnej mostka utworzonego przez tranzystory T2P, T3P, T2L i T3L żaden prąd nie płynie.
2. W punkcie IN P panuje stan wysoki. Tranzystor T1P przewodzi polaryzując poprzez opornik R1P bazę tranzystora T3P. Z kolei przewodzący tranzystor T3P za pośrednictwem rezystora R2P



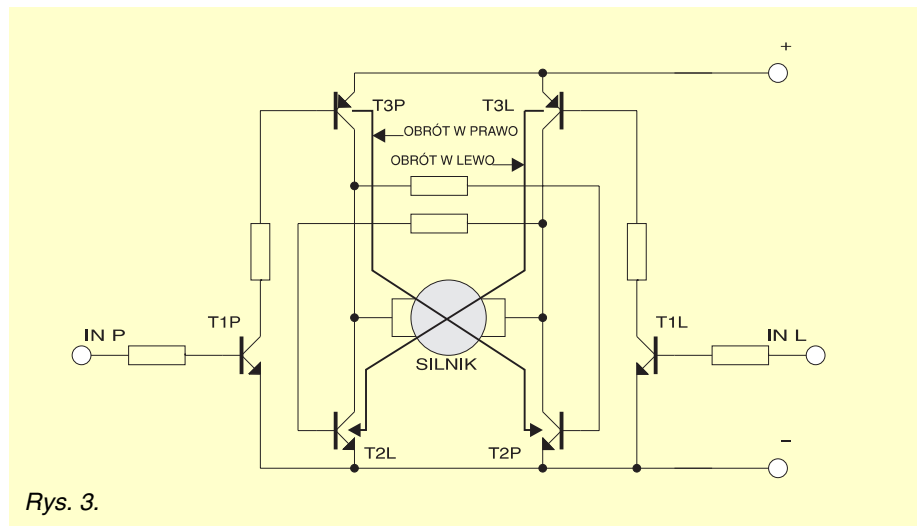
Rys. 2. Schemat ideowy modułu wykonawczego.

wprowadza w stan przewodzenia tranzystor T2P. W efekcie powyższego przewodzą dwa tranzystory mocy T2P i T3P co powoduje przepływ prądu przez silnik w kierunku oznaczonym strzałką z literą P.

3. W punkcie IN L powstaje stan wysoki. Tranzystor T1L przewodzi polaryzując poprzez opornik R1L bazę tranzystora T3L. Z kolei przewodzący tran-

zystor T3L za pośrednictwem rezystora R2L wprowadza w stan przewodzenia tranzystor T2L. W efekcie zaistniałej sytuacji przewodzą dwa tranzystory mocy T2L i T3L, co powoduje przepływ prądu przez silnik w kierunku oznaczonym strzałką z literą L.

Konstrukcja sterownika uniemożliwia jednoczesne włączenie tranzystorów "prawych" i "lewych". Służy temu układ



Rys. 3.

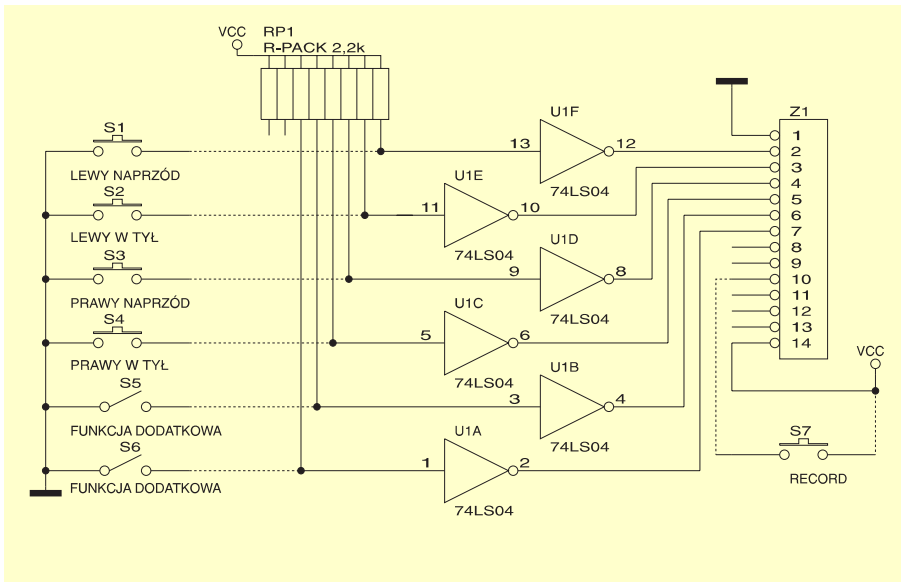
Pulpit sterujący

Podobnie jak moduł wykonawczy, ta część systemu jest tylko jedną z wielu możliwych propozycji. Schemat pulpitu widzimy na **rysunku 4**.

Elektroniki tu tyle, co kot napłakał: w zasadzie układ składa się wyłącznie z przełączników a jedynymi elementami elektronicznymi są inwertery 7404. Ich zastosowanie nie zostało podyktowane koniecznością, lecz przezornością: autor przewidywał poważne trudności ze zdobyciem przycisków monostabilnych typu NC (Normally Closed - normalnie zwarte). Zastosowanie inwerterów umożliwi użycie przycisków typu NO (Normally Open - normalnie rozwarne), co w rezultacie uprości kompletację kitów i najprawdopodobniej obniży ich cenę. Jako S1, S4...S7 zaleca się użyć przycisków monostabilnych, a jako S2, S3, S8 i S9 - przełączników bistabilnych.

W następnym numerze EdW będzie zamieszczony opis montażu i uruchomienia sterownika.

Zbigniew Raabe



z bramkami U1. Jednoczesne pojawienie się wysokich stanów logicznych na wyjściach U1-1 i U1-2 lub U1-5 i U1-6 spowoduje powstanie stanu wysokiego na wyjściu U1-11 i w konsekwencji natychmiastowe wyzerowanie układu już w fazie programowania. Jeżeli będziemy wykorzystywać typ pulpitu sterującego, w którym wymienione stany zaka-

zane nie będą mogły występować, to układu U1 możemy nie montować. Zalecamy stosowanie podstawek pod wszystkie układy scalone, lecz szczególnie istotne jest to w przypadku układu U1 - przez proste włożenie lub wyjęcie tej kostki z podstawki będziemy mogli przystosowywać nasz moduł do różnych typów pulpitu sterujących.

Programowany sterownik do zabawek i modeli

kit

2047

AVT

Montaż i uruchomienie

Mamy przed sobą ciężkie zadanie: musimy tym razem zmontować aż trzy płytki. Po raz pierwszy w projektach serii 2000 zetkniemy się z nowym elementem montażowym - złączem taśmowym. Temu elementowi, niesłychanie ułatwiającemu montaż układów elektronicznych poświęcimy za chwilę wiele uwagi.

Pracę rozpoczniemy od zmontowania układu programatora. Na **rysunku 5** widzimy rozmieszczenie elementów na dwustronnej płytce drukowanej. Elementy wlotujemy w płytkę zgodnie z powszechnie obowiązującymi zasadami montażu urządzeń elektronicznych. Pamiętając, że urządzenie będzie nieraz pracować w trudnych warunkach, koniecznie stosujemy podstawki pod układy scalone.

Płytkę sterownika wykonana na laminacie jednostronnym została pokazana na **rysunku 6**. Pod układ U1 bezwzględnie stosujemy podstawkę pod inne układy zastosowanie podstawek jest zalecane. Umieszczenie diody LED jest całkowicie dowolne. Jest na nią miejsce na płytce, ale możemy też zamocować ją w każdym innym punkcie obudowy zabawki.

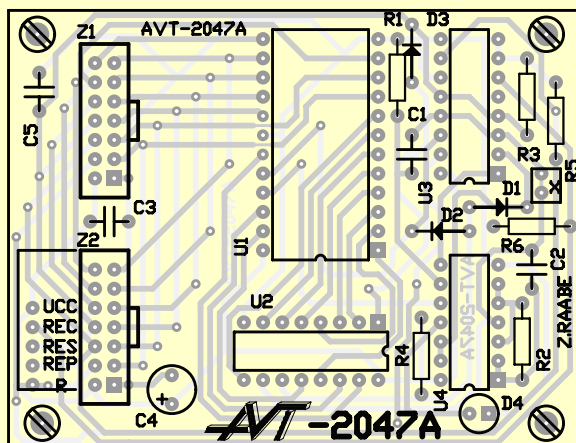
Rozmieszczenie elementów na płytce pulpitu sterującego zostało pokazane na **rysunku 7**.



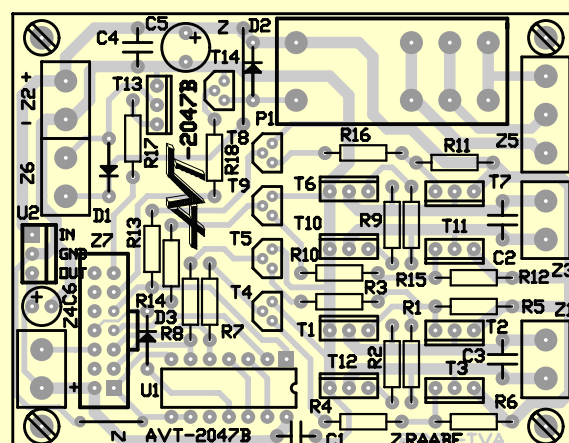
część 2

Jak dotąd na temat montażu naszego układu nie bardzo było o czym pisać: ot zwykła, prosta konstrukcja elektroniczna. Autor jednak przypuszcza, że dla wielu młodszych Kolegów "zaczną się schody" przy składaniu kabli taśmowych. Elementy te, niezastąpione w konstrukcjach profesjonalnych (wystarczy zajrzeć do wnętrza komputera PC), rzadko jeszcze trafiają do konstrukcji amatorskich. A szkoda, czas już ku temu najwyższy! Przy obecnym stanie zaopatrzenia rynku w elementy montażowe, możemy śmiało przyjąć że stosowanie jakichkolwiek przewodów lutowanych w płytkę jest błędem konstrukcyj-

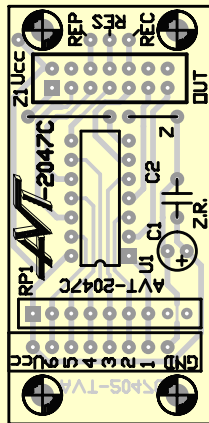
nym. O ile jeszcze możemy darować sobie jeden czy dwa kabelki, to połączenia zawierające większą ilość przewodów koniecznie musimy wykonywać za pomocą specjalnych złącz. Czy zresztą wyobrażasz sobie, czytelniku, wykonanie połączenia np. 60-cio żyłowego pomiędzy dwoma płytkami za pomocą lutowania kabelków do płytek? Horrendum, 120 punktów lutowniczych, kolory przewodów mieni się przed oczami a po zakończeniu pracy nieuchronnie przychodzi pora na mozolne wykrywanie pomyłek. Przy zastosowaniu kabli taśmowych lutowania wprawdzie nie unikniemy, ale będzie to czynność czysto auto-



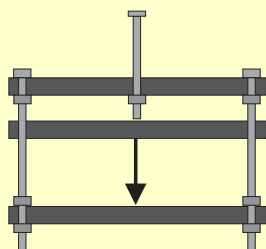
Rys. 5. Płytkę drukowaną programatora.



Rys. 6. Płytkę drukowaną sterownika.



Rys. 7. Płytkę pulpitu sterującego.



Rys. 8.

matyczna, bez jakiegokolwiek możliwości pomyłki. Natomiast zbędne jest ustalanie kolejności przewodów, a co najważniejsze, ewentualne rozłączenie płytek nie zajmuje nawet sekundy.

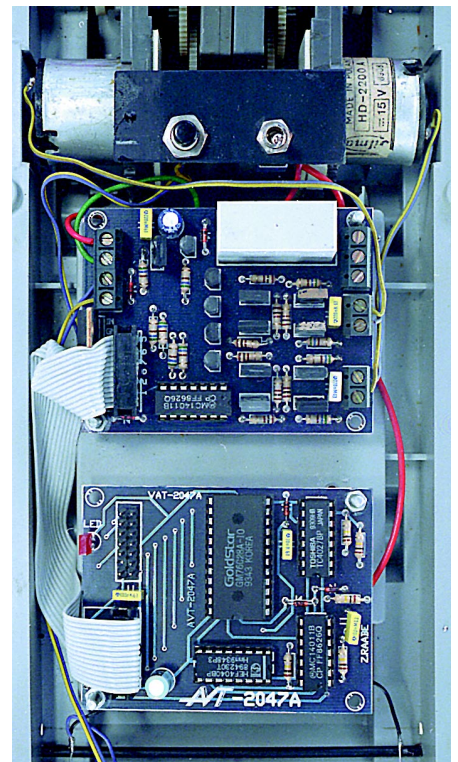
Kłopot możemy mieć jedynie z połączeniem kabla z końcówkami. Pozornie jest to czynność dziecinnie prosta: włożyć koniec kabla taśmowego w szczelinę pomiędzy ostrzami i klamką dociskową i ścisnąć mocno. Właśnie z tym ściskaniem mogą być kłopoty. Wykonanie tej czynności palcami byłoby kłopotli-

we nawet dla Zbyszka z Bogdańca, a ponadto palcami łatwo złamać klamkę dociskową. Pocziwe kombinerki, leżące w pogotowiu w każdym warsztacie, też nie nadają się do tej czynności. Powód jest oczywisty: końcówkę należy ścisnąć przy pomocy narzędzia, którego szczęki poruszają się idealnie równoległe do siebie. Idealnym narzędziem będzie więc małe imadłko ślusarskie. Szczerze radzimy: nie posługujcie się innymi narzędziami. Jeżeli imadła nie posiadacie, to zawsze lepiej wybrać się z wizytą do kolegi posiadającego je, niż uszkodzić kosztujące co nieco elementy.

Jeżeli ta technika łączenia płytek znalazła wasze uznanie, to autor poleca prosty przyrządek, którego sam używa zamiast nieporęcznego imadła. Urządzenie takie, widoczne na szkicu (rys. 8) można wykonać w ciągu kilku minut z trzech kawałków płaskownika stalowego i trzech śrub M5 z nakrętkami.

Ostatnią sprawą godną zastanowienia się jest połączenie modelu z panelem sterującym. Najprościej i najwygodniej jest wykonanie tego za pomocą przewodu taśmowego i końcówek 14-stykowych. Takie właśnie rozwiązanie zostało zastosowane w układzie modelowym. Pamiętajmy jednak, że nasza zabawka z definicji będzie pracowała w wyjątkowo nieprzyjaznym środowisku, w którym delikatny przewód taśmowy łatwo może zostać zdeptany i zniszczony.

Jeżeli obawiamy się, że delikatny przewód taśmowy łatwo może zostać uszkodzony, to możemy zastosować kabel wielożyłowy w oplocie metalowym. Koniecznością stanie się wtedy zastosowanie dodatkowych złączy (np. 15-stykowych gniazd i wtyków typu stosowanego w technice komputerowej.



Wszystkie istotne dla pracy systemu wejścia, szyna danych i zasilanie zostały doprowadzone do złączy 14-pinowych na płytce programatora. Aby ułatwić orientację w rozkładzie tych wyprowadzeń, w tab. 2 podajemy ich kolejność.

Uważny Czytelnik z pewnością za protestuje: po co wyprowadzać na szynę zbiorczą informację o tym, że układ znajduje się w stanie odtwarzania? Przecież ta informacja nie jest w naszym urządzeniu do niczego potrzebna? Cierpliwości, to właśnie wyjście będzie z pewnością wykorzystywane w kolejnych modułach sterowników.

Cd. na str. 15

WYKAZ ELEMENTÓW

Programator

Rezystory

R1, R3, R4, R5, R6: 100kw
R2: 510kw

Kondensatory

C1: 10nF
C2: 100µF/16V
C3, C5: 100nF
C4: 100...470nF (dobrać w zależności od wymaganej częstotliwości pracy zegara)

Półprzewodniki

D1, D2, D3: 1N4148 lub odpowiednik
D4: LED
U1: 6116
U2: CMOS 4040
U3: CMOS 4027
U4: CMOS 4011

Różne

Z1, Z2: złącze 14 goldpinów (2x7)
dwa kompletne kable taśmowe 16-żyłowe: jeden ok. 10cm, drugi 2...3m

Sterownik

Rezystory

R1, R2, R3, R4, R9, R10, R15, R16: 220w
R5, R6, R11, R12: 560w
R7, R8, R13, R14, R17, R18: 2,2kw

Kondensatory

C4, C1: 150nF
C2, C3: 100nF
C5: 470µF
C6: 220µF

Półprzewodniki

D1, D2, D3: 1N4148 (lub odpowiednik)
T1, T6, T10, T12, T13: BD139 (lub odpowiednik)
T2, T3, T7, T11: BD140 (odpowiednik)

T4, T5, T8, T9, T14: BC548 (lub odpowiednik)

U1: CMOS 4011

U2: 7805

Różne

Z1, Z2, Z3, Z4, Z6: ARK2

Z5: ARK3

Z7: złącze 14 goldpinów (2x7)

P1: przekaźnik typu RM82-P 12V

Pulpit sterujący

Rezystory

RP1: R-Pack 2,2kw

Półprzewodniki

U1: 74LS04

Różne

Z1: złącze 14 goldpinów (2x7)

S1...S4: włącznik monostabilny

S5, S6: włącznik 2-pozycyjny bistabilny

Projekty AVT

Cd. ze str. 11

Ten sam Czytelnik z pewnością za-uważał też jakiś dziwny punkt na płytce programatora, oznaczony literą "X" i miejsce na wlutowanie dwóch pinów. Z pewnością wielu Kolegów jest nieco zawiedzionych proponowanym programatorem, uważając że osiem linii danych to stanowczo za mało dla ich rozbudowanej konstrukcji, np. makiety kolejowej. Rozwiązanie problemu jest proste: przecież nasze moduły programatorów możemy łączyć ze sobą równolegle praktycznie w dowolnej ilości! Wszystkie wejścia sterujące i zasilanie mogą być wspólne, a osobno należy wyprowadzić wejścia/wyjścia danych. Problem powstałby jedynie z zegarem sterującym, ponieważ zapewnienie idealnej synchronizacji systemu byłoby praktycznie niemożliwe. Jeżeli więc mamy zamiar korzystać z kilku programatorów jednocześnie, to jeden z nich musimy

Tab. 2.

Pin	Opis wyprowadzenia
1	GND
2	We/wy danych D0
3	We/wy danych D1
4	We/wy danych D7
5	We/wy danych D6
6	We/wy danych D5
7	We/wy danych D4
8	We/wy danych D3
9	We/wy danych D2
10	Wejście RECORD
11	Wejście RESET
12	Wejście REPLAY
13	Logiczny stan wysoki przy odtwarzaniu
14	UCC (+5VDC)

potraktować jako nadrzędny i nic na jego płytce nie zmieniać. Natomiast na płytce drugiego (lub wielu innych) programatora należy przeciąć ścieżkę tuż obok punktu X, w miejscu zaznaczonym wyraźnie przewężeniem ścieżki.

Następnie punkty X podporządkowanych programatorów łączymy ze sobą i z takim samym punktem za płytce programatora głównego. Elementów R2 i C4 na płytkach podporządkowanych programatorów w zasadzie nie musimy w takim układzie montować. Ponieważ jednak nasze urządzenie powinno być w pełni uniwersalne, lepiej jednak zamontować te elementy. Rozwiązanie takie umożliwi po ewentualnym rozłączeniu programatorów na używanie ich jako osobnych urządzeń (po założeniu jumpa w punkcie X).

Na zakończenie autor pozwala sobie zwrócić się z prośbą do Czytelników. Jak już wspomniano opisane wyżej urządzenie traktowane jest jako wstęp do całej serii układów z dziedziny "robotyki". Drodzy Koledzy, bardzo prosimy o nadsyłanie uwag i ewentualnych sugestii. Co chcecie sobie zbudować?

Zbigniew Raabe