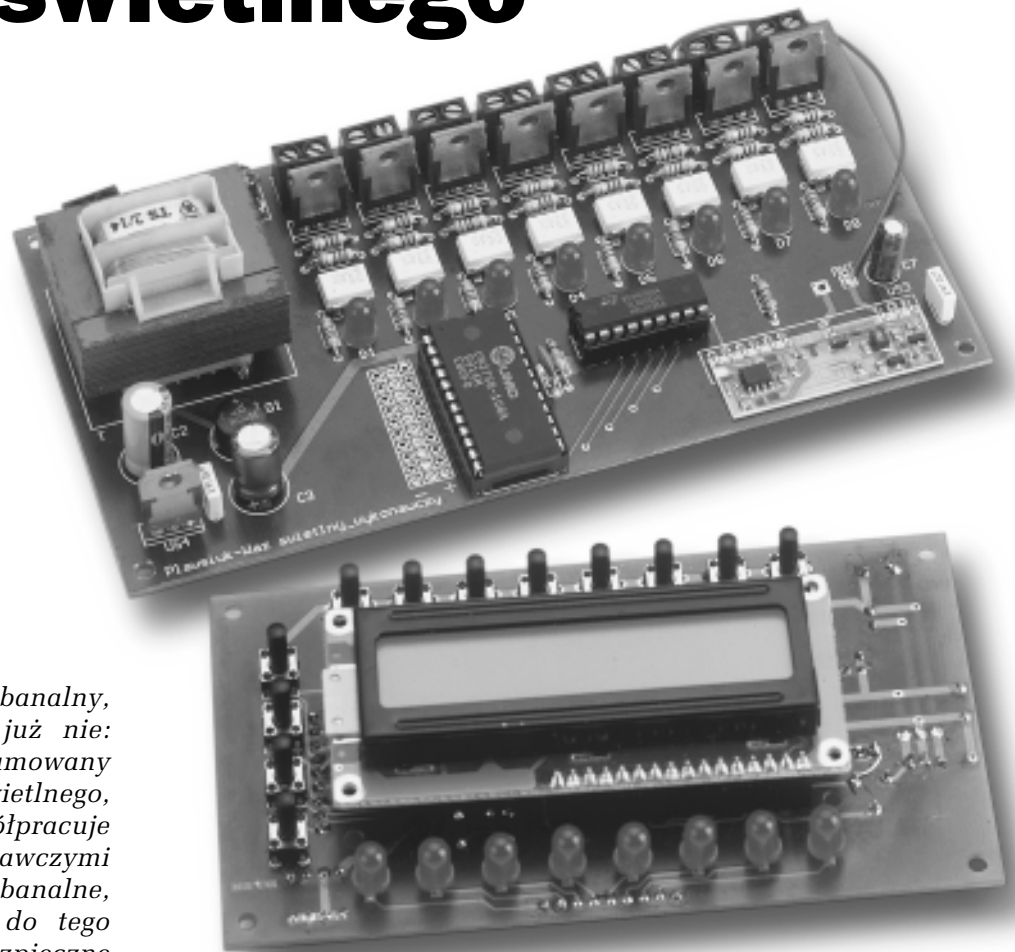


# Bezprzewodowy sterownik węża świetlnego

## AVT-5077



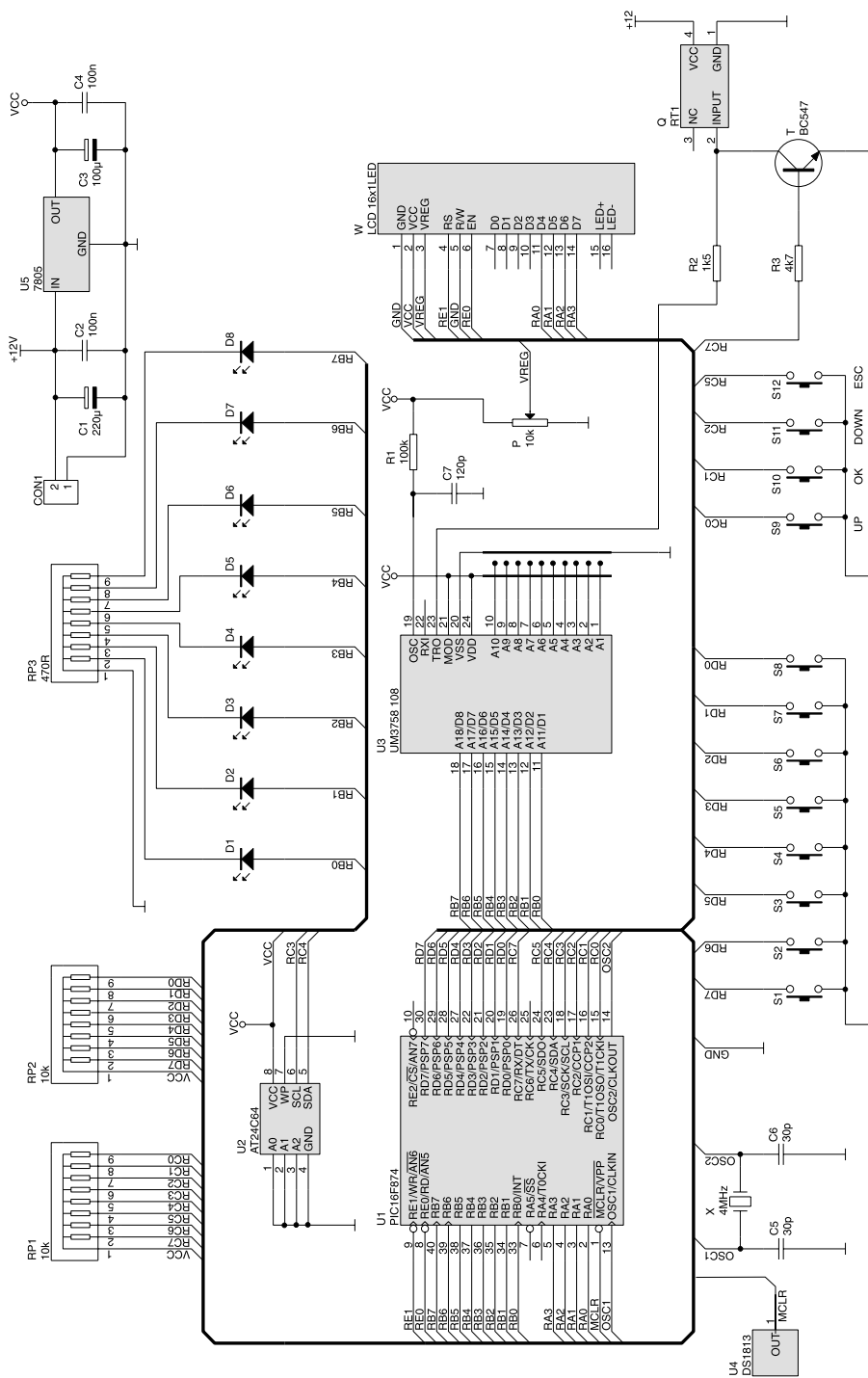
*Temat wydaje się banalny, ale jego realizacja już nie: jest to bowiem programowany sterownik węża świetlnego, który współpracuje z modułami wykonawczymi drogą radiową. Niebanalne, funkcjonalne i do tego niezwykle bezpieczne rozwiązanie!*

Sterowniki efektów świetlnych mogą mieć różną budowę. Najprostsze układy zbudowane są w oparciu o tranzystory, w bardziej złożonych stosuje się układy cyfrowe (bramki czy rejestry przesuwające), a w najbardziej rozbudowanych pamięci EPROM. Układy zbudowane z rejestrów przesuwających umożliwiają uzyskanie niewielkiej liczby sekwencji świetlnych. Znacznie lepiej jest w przypadku zastosowania pamięci równoległej, gdyż liczba uzyskanych efektów jest ograniczona jedynie jej pojemnością. Powstaje jednak problem z programowaniem takiej pamięci, ponieważ wymagany jest odpowiedni programator. W przypadku pamięci EPROM zmiana wcześniej zapisanego programu wymaga użycia specjalnego kasownika ultrafioletowego. Rów-

niez swobodny wybór poszczególnych programów wymaga dużej liczby układów sterujących tą pamięcią.

W sterowniku przedstawionym w artykule zdecydowano się na zastosowanie mikroprocesora, co pozwala na łatwą obsługę całego urządzenia za pomocą niewielkiej klawiatury, a sterowaniem dołączonych układów zajmuje się oprogramowanie zawarte w pamięci procesora.

Sterownik pozwala na zapisanie 100 programów, a każdy z nich może zawierać do 80 kroków. Wszystkie sekwencje świetlne zapisywane są w szeregowej pamięci typu EEPROM, co umożliwia swobodne ich programowanie na docelowej płytce sterownika bez konieczności wyjmowania układu pamięci z podstawki. Oprogramowanie



Rys. 1. Schemat elektryczny modułu sterownika węża świetlnego

pozwala na łączenie kilku zapisanych wcześniej programów efektów świetlnych w jeden makroprogram. Wybór opcji jest dokonywany za pomocą czterech klawiszy funkcyjnych z intuicyjnego menu. Dodatkowe klawisze umożliwiają szybkie wybieranie jednego z ośmiu makroprogramów poprzez naciśnięcie tylko jednego klawisza.

Prędkość odtwarzanych sekwencji świetlnych może być zmie-

niana cyfrowo (za pomocą klawiszy) w zakresie od 100 ms do 25 sekund.

Sterownik składa się z dwóch modułów - modułu sterownika z procesorem i wyświetlaczem oraz modułu wykonawczego. Moduł wykonawczy umożliwia bezpośrednie sterowanie żarówkami 220V. Jako układy wyjściowe zastosowano triaki - bez radiatorów mogą sterować żarówkami o mocy do 200W.

Obydwa moduły komunikują się ze sobą za pomocą fal radiowych. Takie rozwiązanie gwarantuje pełną izolację galwaniczną między obydwoma modułami, co jest bardzo ważne przy obsłudze urządzeń pracujących pod napięciem sieci. Ponadto, zastosowanie łączności radiowej umożliwia swobodne umiejscowienie sterownika i całkowicie bezpieczną zdalną obsługę węża.

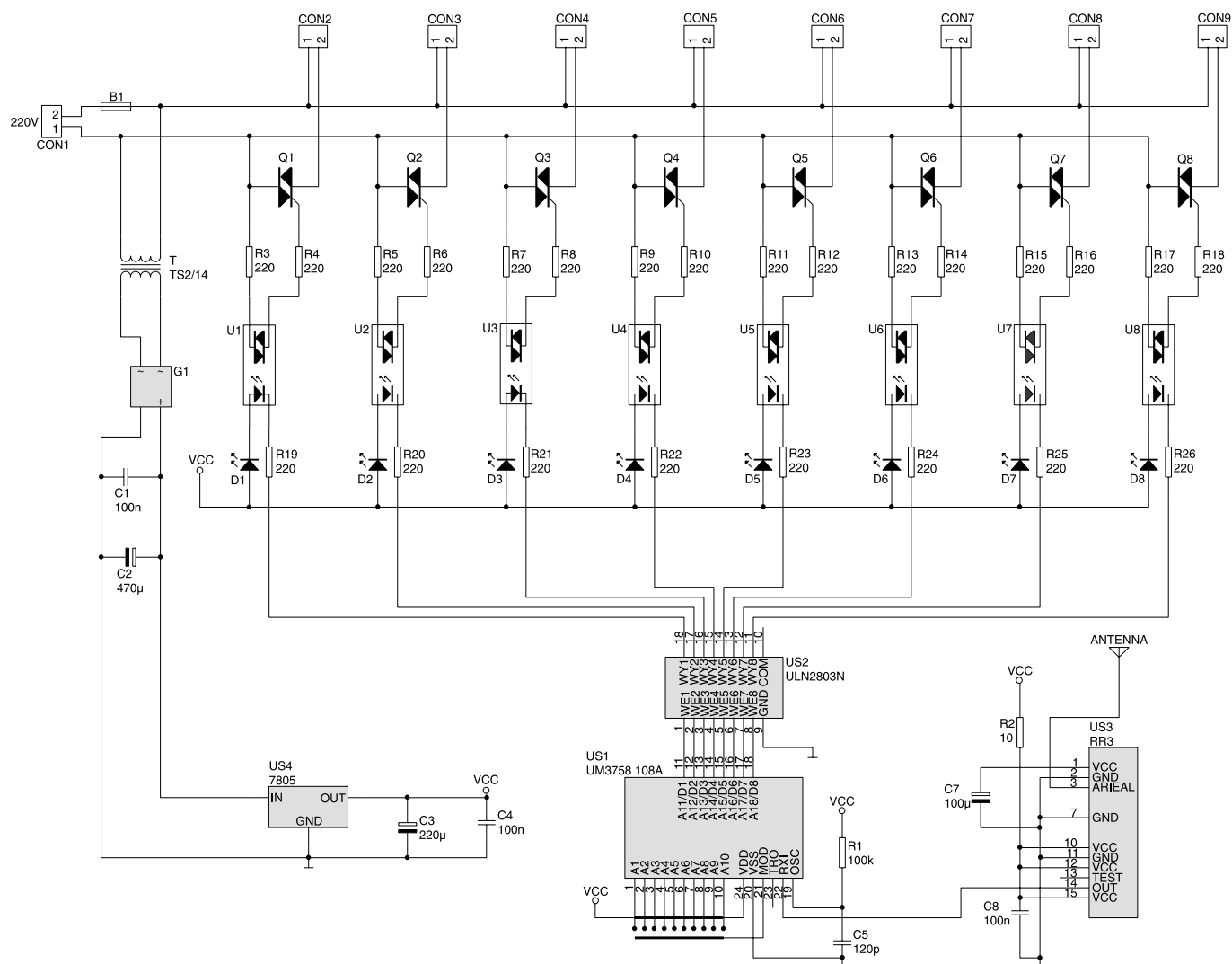
### Budowa i działania

Sterownik zbudowany jest na dwóch płytce: płytce właściwego sterownika oraz płytce układu wykonawczego. Na rys. 1 przedstawiono schemat elektryczny modułu sterującego wężem świetlnym. Ze względu na złożoność realizowanych funkcji do sterowania został wykorzystany mikroprocesor US1.

Układ PIC16F874 jest dużym „bratem” rodziny układów PIC16F87x. Zawiera w swojej strukturze 4k słów pamięci programu typu Flash. Pod względem budowy wewnętrznej jest identyczny z opisywanym w EP6/02 układem PIC16F873. Układ PIC16F874 posiada jedynie większą liczbę portów, dzięki czemu mamy do dyspozycji ośmiowieściowy przetwornik A/C a nie pięciowieściowy jak w układzie PIC16F873. Procesory z serii 16F87x, umieszczone w obudowach 40-nóżkowych, mają port równoległy umożliwiający komunikację z innymi układami w sposób podobny do komunikacji z pamięcią równoległą, z wykorzystaniem sygnałów odczytu (RD) i zapisu (WR). Jak wszystkie układy PIC może pracować ze zewnętrznym sygnałem zegarowym wytworzonym po dołączeniu elementów RC lub rezonatora kwarcowego.

W sterowniku zastosowano rezonator kwarcowy X wraz z kondensatorami C5 i C6. Obwód zerowania procesora po włączeniu zasilania jest wykonany za pomocą układu DS18B13. Sterownik jest wyposażony w osiem diod świecących oraz wyświetlacz alfanumeryczny, co pozwala na monitorowanie jego pracy oraz ułatwia programowanie.

Diody świecące dołączone są do portu RB i świecą zgodnie



Rys. 2. Schemat elektryczny modułu wykonawczego

z zaprogramowaną sekwencją (programowanie zostanie omówione w dalszej części artykułu). Do portu RB dołączone są również wejścia D1...D8 układu U3.

Jak wcześniej wspomniano, do komunikowania się sterownika z modułem wykonawczym zastosowano łącze radiowe pracujące w paśmie 433MHz. Ponieważ bezpośrednia transmisja sygnałów jest narażona na zakłócenia, do zabezpieczenia przed błędami transmisji zastosowano układ UM3758-108 będący koderem/dekoderem szyfrującym dane pobierane z wejść danych D1...D8 oraz wejść adresowych A1...A10. Układ ten może pracować jako koder lub jako dekoder. Wbudowany oscyloskop wymaga zewnętrznego obwodu RC (elementy R1 i C7).

W nadajniku ten układ pracuje jako koder, gdyż jego wejście sterujące MODE jest zwarte do

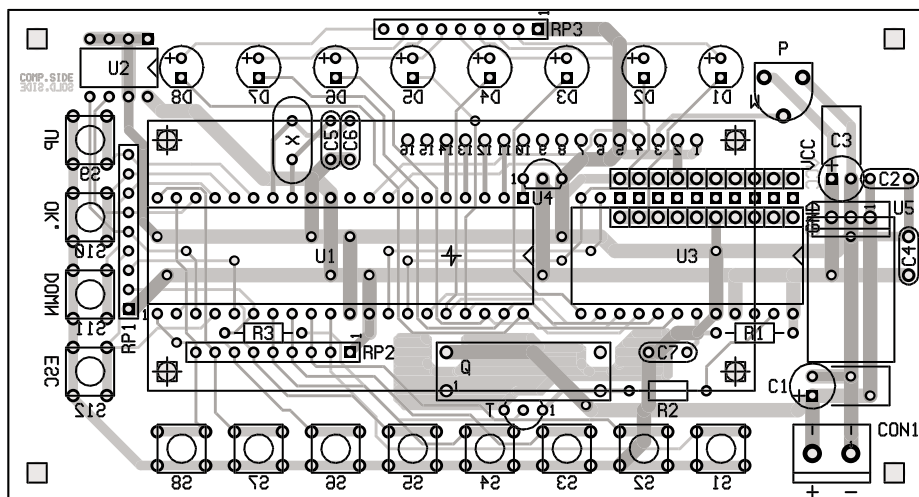
plusa zasilania. Dane pojawiające się na wyjściach portu RB procesora są wyświetlane na diodach D1...D8 w celu lokalnej wizualizacji oraz kierowane do układu koder/decoder U3. Układ U3 wysyła je szeregowo z wyjścia TRO (poprzez rezystor R2) do wejścia nadajnika radiowego Q. Transmisja danych może być jednak blokowana przez procesor za pomocą tranzystora T. Jeśli transmisja ma być wstrzymana, procesor wystawia na port RC.7 jedynek logiczną, powodującą przewodzenie tranzystora, a tym samym zwarcie do masy wejścia nadajnika radiowego. Do masy jest zwierane również wyjście TRO układu koder/decoder U3, lecz rezystor R2 chroni to wyjście przed przeciążeniem.

Do komunikowania z użytkownikiem został zastosowany dwuliniowy wyświetlacz alfanumeryczny, na którym wyświetlane są

wszystkie komunikaty w czasie przeglądania programowania oraz podczas normalnego użytkowania. Wyświetlacz podłączony jest do wyprowadzeń portu RA i RE procesora. Potencjometr P umożliwia dobranie kontrastu wyświetlacza.

Wszelkie nastawy parametrów sterownika są wykonywane za pomocą klawiatury. Klawiatura została podzielona na dwie części. Cztery klawisze funkcyjne S9...S12, służące do obsługi i wyboru opcji sterownika, dołączone są do portu RC. Druga część klawiatury, składająca się z klawiszy S1...S8, została dołączona do portu RD. Klawisze te służą do zmiany stanów programowanych sekwencji świetlnych oraz do wyboru wykonywanego programu.

Porty RC oraz RD procesora, wykorzystane do obsługi klawiatury, są skonfigurowane jako wej-



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej sterownika węża świetlnego

ścia, dlatego wymagane są rezystory podciągające (*pull-up*), w układzie sieci rezystorów RP1 i RP2.

Sterownik węża świetlnego umożliwia zaprogramowanie 100 efektów świetlnych, każdy program może zawierać do 80 kroków. Do tak dużej liczby danych wymagana jest pamięć o dużej pojemności. Do przechowywania programów najlepiej nadaje się szeregowa pamięć EEPROM. Jej dużą zaletą jest możliwość komunikacji za pomocą magistrali I<sup>2</sup>C, zajmującej tylko dwa wyprowadzenia procesora. W układzie zastosowano pamięć typu AT24C64 o pojemności 8192 bajtów, która została niemal w pełni wykorzystana.

Do zasilania układu zastosowano stabilizator napięcia 5V typu LM7805 z kondensatorami filtrującymi C1...C4.

Schemat elektryczny modułu wykonawczego przedstawiono na rys. 2. Odbiera on sygnały radiowe i na ich podstawie odpowiednio steruje diodami świecącymi oraz triakami. Sygnał radiowy jest odbierany przez odbiornik radiowy US3, a po przekształceniu do postaci cyfrowej jest przekazywany na wejście RXI układu US1.

Układ UM3758-108A, pracujący jako dekodery (wejście MODE zwarte do masy), porównuje odbierane dane z adresami ustawionymi na wejściach A1...A10; jeśli dwa kolejno odebrane pakiety zawierają poprawny adres, to na wyjścia danych D1...D8 zostanie przepisana wartość danych wystawionych

na wejścia D1...D8 w module nadajnika. Wyjścia D1...D8 posiadają wewnętrzny zatrząsk, dlatego stan tych wyjść jest „pamiętany“ do momentu wystąpienia kolejnej prawidłowej transmisji.

Z wyjść D1...D8 dane są przekazywane do wzmacniaczy prądowych zawartych wewnątrz układu US2. Układ ten zawiera osiem tranzystorów o maksymalnym prądzie obciążenia równym 500mA. Po wzmocnieniu sygnały sterujące zasilają diody świecące D1...D8 oraz diody zawarte wewnątrz optotriaków U1...U8. Diody świecące wyświetlają stany występujące na wyprowadzeniach portu RB w module sterownika. Optotriaki sterują właściwymi układami wykonawczymi, czyli triakami Q1...Q8. Na złączach CON2...CON9 otrzymujemy sygnały do bezpośredniego sterowania żarówkami na napięcie 220V.

Zasilanie modułu wykonawczego zrealizowano w oparciu o transformator T. Na jego uzwojeniu wtórnym otrzymujemy napięcie około 7V, które po wyprostowaniu przez mostek prostowniczy i wstępnym wygładzeniu przez kondensatory C1 i C2 trafia na wejście stabilizatora US4. Na wyjściu tego stabilizatora otrzymujemy napięcie 5V.

### Montaż i uruchomienie

Montaż rozpoczynamy od modułu sterownika (schemat montażowy pokazano na rys. 3). Najpierw montujemy rezystory, następnie podstawki pod układy scalone oraz kondensatory. Kon-

## WYKAZ ELEMENTÓW

### Nadajnik

#### Rezystory

- R1: 100kΩ
- R2: 1,5kΩ
- R3: 4,7kΩ
- RP1, RP2: 8x10kΩ
- RP3: 8x470Ω
- P: potencjometr 10kΩ

#### Kondensatory

- C1: 220μF/16V
- C2, C4: 100nF
- C3: 100μF
- C5, C6: 30pF
- C7: 120pF

#### Półprzewodniki

- D1...D8: dioda LED 5mm (kolor dowolny)
- T: BC547
- U1: PIC16F874 zaprogramowany
- U2: AT2464
- U3: UM3758-108A
- U4: DS1813
- U5: 7805

#### Różne

- CON1: ARK2 (5mm)
- W: wyświetlacz LCD 16\*2
- Q: nadajnik radiowy RT1
- X: rezonator kwarcowy 4MHz
- S1-S12: mikrołącznik 9mm

### Odbiornik

#### Rezystory

- R1: 100kΩ
- R2: 10Ω
- R3...R26: 220Ω

#### Kondensatory

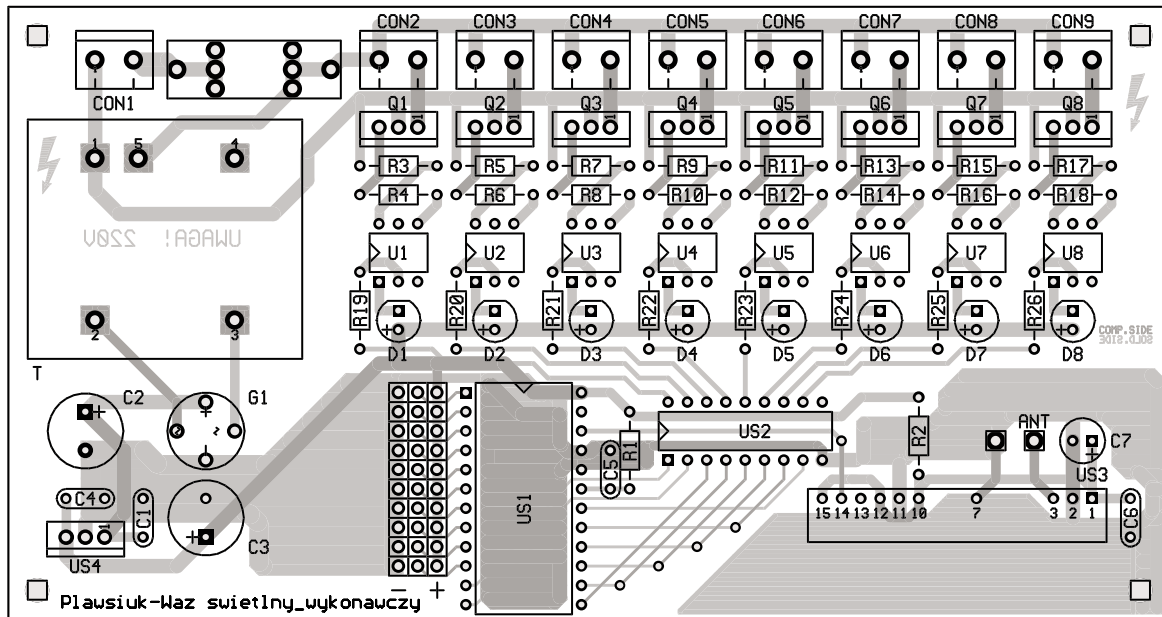
- C1, C4: 100nF
- C2: 470μF/16V
- C3: 220μF/16V
- C5: 120pF
- C6: 100nF
- C7: 100μF/16V

#### Półprzewodniki

- D1...D8: dioda LED 5mm
- G1: mostek prostowniczy 1A/400V
- U1 U8: MOC 3041
- Q1...Q8: BT138-600
- US1: UM 3758-108A
- US2: ULN 2803A
- US3: Odbiornik radiowy RR3
- US4: 7805

#### Różne

- CON1...CON9: ARK2 (5mm)
- Transformator TS2/14
- Gniazdo bezpiecznika do druku
- Bezpiecznik 2A



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej modułu wykonawczego

densatory elektrolityczne oraz stabilizator montujemy poziomo. Diody D1...D8, klawisze S1...S12 oraz wyświetlacz montujemy od strony ścieżek. Po zamontowaniu wszystkich elementów do złącza CON1 dołączamy napięcie zasilania o wartości około 12V. Na wyświetlaczu powinien ukazać się komunikat:

"Sterownik węża"  
 "świetlnego"

a po około dwóch sekundach napis zmieni się na: „Wybierz program“. Jeśli otrzymaliśmy takie komunikaty, to sterownik pracuje poprawnie. Jeśli zastosujemy wyświetlacz z podświetlaniem, wskazane jest, aby stabilizator był zamontowany w pozycji pionowej i wyposażony w niewielki radiator.

Przy montażu płytki modułu wykonawczego (rys. 4) w pierwszej kolejności montujemy rezystory i podstawki pod układy scalone, następnie optoriaki, diody świecące i triaki. Moduł odbiornika radiowego montujemy poziomo - „na leżąco“ (w tym celu należy jego wyprowadzenia zaagiąć pod kątem 90°). Następnie montujemy złącza CON1...CON9, transformator i bezpiecznik. Do punktu lutowniczego oznaczonego opisem *Antena* należy przyłutować odcinek przewodu o długości około 10 cm, który spełni rolę anteny odbiornika radiowego. Montaż należy wykonać wyjątkowo starannie, gdyż moduł ma bezpośrednie połączenie z napięciem 220V.

Moduł wykonawczy będzie można przetestować dopiero podczas programowania modułu sterownika.

Zarówno w module nadajnika, jak i module wykonawczym należy ustawić wspólny adres dla układów kodowania i dekodowania transmisji radiowej. W tym celu wejścia adresowe A1...A10 należy zewrzeć do plusa zasilania lub do masy - jednakowo w obydwu układach.

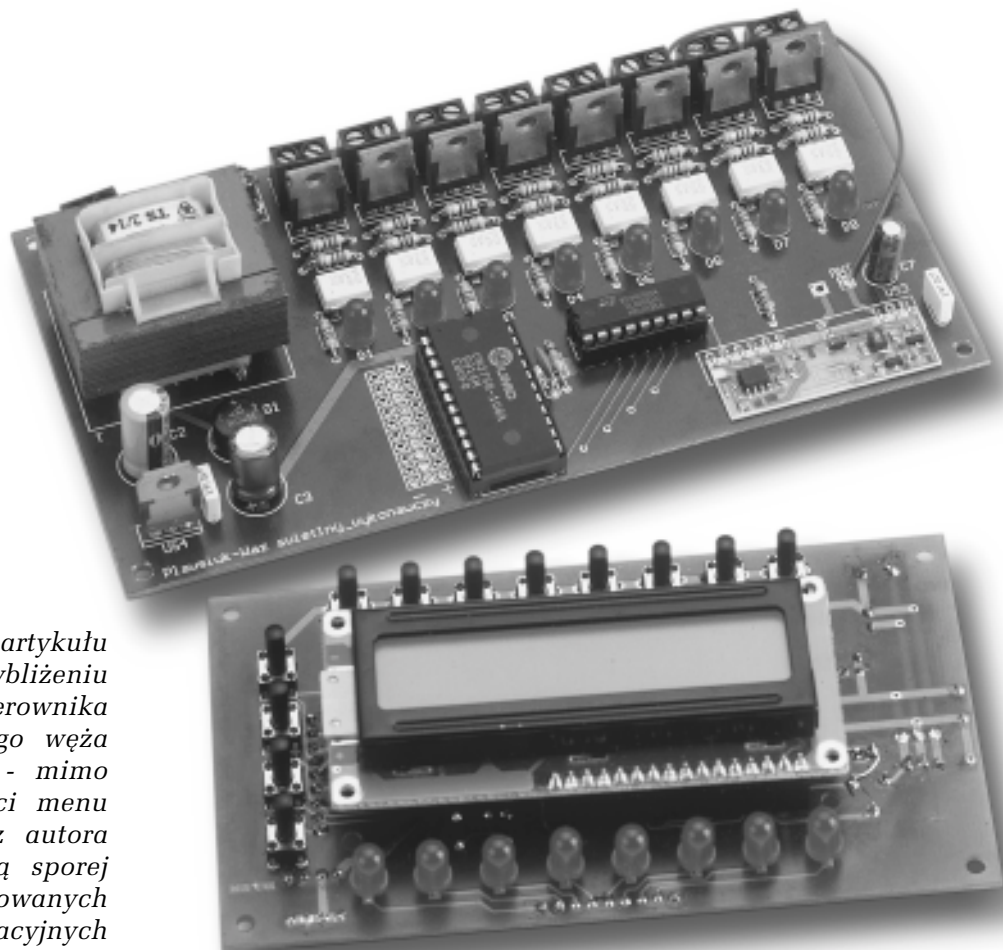
**Krzysztof Plawsiuk, AVT**  
**krzysztof.plawsiuk@ep.com.pl**

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/?pdf/sierpien02.htm> oraz na płycie CD-EP08/2002B w katalogu PCB.



# Bezprzewodowy sterownik węża świetlnego, część 2

## AVT-5077



*Drugą część artykułu poświęcamy przybliżeniu obsługi sterownika bezprzewodowego węża świetlnego, która - mimo złożoności menu zaprojektowanego przez autora (co jest konsekwencją sporej elastyczności i rozbudowanych możliwości konfiguracyjnych sterownika) - nie sprawi zbyt dużych trudności podczas eksploatacji.*

*Rekomendacje: idealne urządzenie dla dekoratorów wystaw sklepowych, organizatorów dyskotek (zwłaszcza w wynajmowanych pomieszczeniach), projektantów reklam świetlnych.*

### Programowanie i obsługa

Sterownik węża świetlnego umożliwia zapisanie maksymalnie 100 programów świetlnych, każdy program może się składać z 80 kroków. Istnieje możliwość utworzenia ośmiu makroprogramów, każdy makroprogram może zawierać w sobie do ośmiu podstawowych programów. Prędkość odtwarzania zapisanych sekwencji może być zmieniana w zakresie od 0,1 s do 25 s z rozdzielczością 0,1 s. Algorytm pracy procesora jest przedstawiony na rys. 5.

Oprogramowanie sterownika składa się z czterech głównych podprogramów, poniżej jest przedstawiony opis oraz sposób programowania wybranych funkcji (numery odnoszą się do miejsc pracy procesora przedstawionych na rys. 5):

1. Uruchomienie pracy demonstracyjnej umożliwiającej test działania obydwu modułów oraz komunikacji między nimi.

Po włączeniu zasilania znajdujemy się w miejscu oznaczonym jako „1” i zostaniemy poproszeni o wybranie programu. W tym miejscu możemy wybrać jeden z ośmiu makroprogramów, lecz przy pierwszym uruchomieniu żaden program nie jest jeszcze zapisany w pamięci EEPROM, dlatego przechodzimy do trybu „DEMO”. Tryb ten jest przykładowym programem umożliwiającym testowanie sterownika i układu wykonawczego. Aby sprawdzić komunikację pomiędzy obydwoma modułami, do modułu wykonawczego dołączamy napięcie zasilające 220V, do złączy CON2...CON9 nie musimy

jeszcze dołączać odbiorników, gdyż wszystkie sekwencje świetlne będą widoczne na diodach świecących D1...D8 umieszczonych zarówno na płycie nadajnika, jak i odbiornika.

Sterownik wprowadzamy w tryb pracy „DEMO“, w tym celu naciskamy przycisk „OK“ i znajdujemy się w opcjach wyboru (punkt „2“), klawiszami „UP“ i „DOWN“ poruszamy się po menu.

Wybieramy opcje „DEMO“ i zatwierdzamy klawiszem „OK“ (numer „3“ na schemacie algorytmu). Na wyświetlaczu pojawia się napis „DEMO“. Przykładowa sekwencja powoduje kolejne przesuwanie się jednej diody, poczynając od diody D1 (tzw. efekt biegającego światła). Odpowiednie diody powinny być zapalone w module nadajnika oraz module wykonawczym. Procedura ta pozwala na sprawdzenie łączności pomiędzy obydwojema modułami, w celu otrzymania optymalnego zasięgu można zmieniać wartość kondensatora stanowiącego obwód generatora RC dla układów UM3758-108A, odpowiednio w nadajniku C7 i w odbiorniku C5. Procedura „DEMO“ będzie wykonywana do momentu naciśnięcia klawisza „ESC“.

Jeżeli procedura uruchomienia modułów przebiegła pomyślnie, przechodzimy do programowania własnych sekwencji świetlnych naciskamy klawisz „ESC“ i ponownie znajdujemy się w miejscu, gdzie możemy wybrać parametr, który chcemy zmienić (punkt „2“).

### 2. Programowanie własnych sekwencji świetlnych

Po przeprowadzeniu prób z przykładowym programem przechodzimy do programowania własnych programów. W tym celu klawiszami „UP“ lub „DOWN“ wybieramy teraz opcje „Programowanie“ i zatwierdzamy klawiszem „OK“. Po tej czynności znajdujemy się w punkcie „4“. Na wyświetlaczu pojawi się napis „Programowanie“, a poniżej „Program nr 1“. Klawiszami „UP“ lub „DOWN“ wybieramy numer programu, który chcemy zapisać w pamięci. W dowolnej chwili możemy wyjść z trybu programowania, naciskając klawisz „ESC“. Jeżeli jednak chcemy kontynuować programowanie, wybieramy

numer programu i zatwierdzamy klawiszem „OK“. Przechodzimy do programowania poszczególnych kroków (sekwencji) naszego programu (punkt „5“ na schemacie).

Na wyświetlaczu pojawi się napis „Program= 1“ (dla pierwszego programu), w drugiej linii wyświetlacza będzie widoczny napis „Krok=1“. Oznacza to, że programujemy sekwencje świetlne dla pierwszego programu oraz dla kroku pierwszego. Numer kroku może być zmieniany klawiszami „UP“ lub „DOWN“, po wybraniu odpowiedniego kroku klawiszami S1...S8 ustawiamy wartość danego kroku. Naciśnięcie klawisza z grupy S1...S8 powoduje zmianę stanu odpowiedniego wyprowadzenia portu RB, a co za tym idzie również zapalenie lub gaszenie diod dołączonych do tego portu. Klawisz S1 zmienia stan diody D1, a S8 diody D8. Kolejne naciśnięcie jednego klawisza powoduje naprzemienne zapalenie i gaszenie odpowiedniej diody. W czasie programowania stany poszczególnych diod są zmieniane tylko w module sterownika, moduł wykonawczy jest w tym czasie nieaktywny.

Jeśli ustawimy wybrany przez nas stan, zatwierdzamy go przyciskiem „OK“ - na wyświetlaczu pojawi się komunikat „Zapisane“. Następnie automatycznie powracamy do wyboru kroku zapisywanego programu (numer „5“), numer kroku zostaje automatycznie zwiększony o jeden; jeżeli poprzedni krok miał numer „1“, to po zapisaniu klawiszem „OK“, automatycznie przechodzimy do programowania kroku drugiego. Na wyświetlaczu mamy teraz napis „Program=1“, „Krok=2“. Po zapisie kolejnego kroku jego wartość jest automatycznie zwiększana, ale my również możemy ręcznie wybrać numer kroku przy pomocy klawiszy „UP“ i „DOWN“. Maksymalna liczba kroków dla jednego programu wynosi 80.

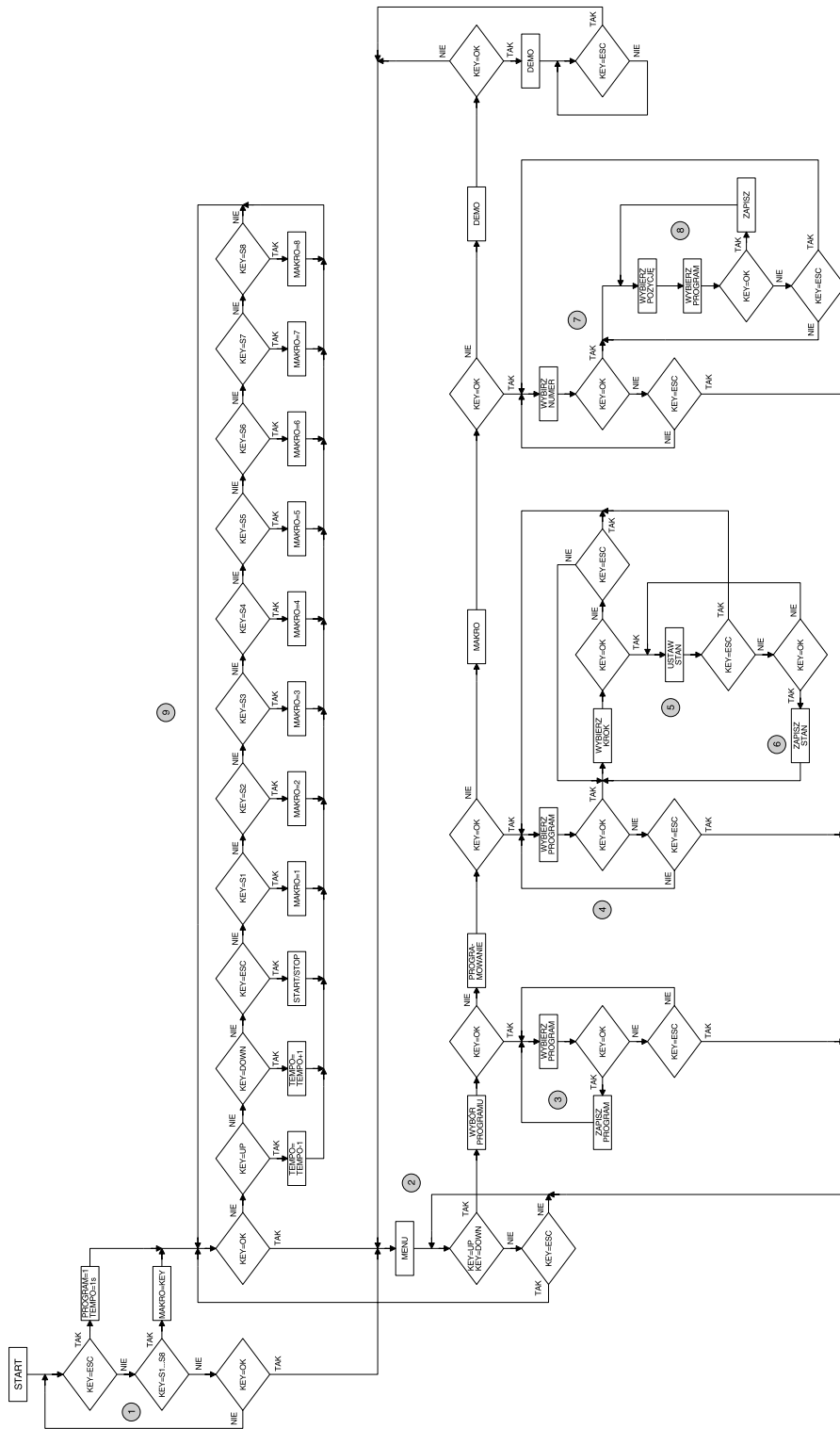
Po zapisaniu osiemdziesiątego kroku na wyświetlaczu pojawi się komunikat „Maksymalna ilość kroków“. I nastąpi automatyczne przejście do możliwości zapisu kolejnego programu (numer „4“). Nie ma jednak konieczności zapisywania wszystkich osiemdziesięciu kroków programu, w dowolnej chwili możemy zakończyć

wpisujący program. Jeżeli na przykład nasz program ma się składać z dziesięciu kroków, to po zapisaniu tego kroku klawiszem „OK“, naciskamy przycisk „ESC“, w ten sposób liczba kroków zostanie zapisana w pamięci i w czasie odtwarzania będzie odczytywanych tylko dziesięć kroków. Znajdujemy się teraz w punkcie „4“ i możemy rozpocząć zapis kolejnego programu. Procedurę tę należy powtórzyć tyle razy, ile chcemy posiadać programów. Po zapisaniu wybranej liczby programów przechodzimy do ich odtwarzania, w tym celu naciskamy „ESC“ i znajdujemy się ponownie w menu wyboru opcji (punkt „2“).

### 3. Odtwarzanie zapisanych programów

W trybie wyboru opcji klawiszem „UP“ lub „DOWN“ wybieramy menu „Wybór programu“ i zatwierdzamy klawiszem „OK“. Na wyświetlaczu pojawi się napis w pierwszej linii „Wybór programu“, a w drugiej „Program=1“ (punkt „6“ na grafie). W dowolnej chwili możemy wyjść z wyboru programu, naciskając klawisz „ESC“ (następuje powrót do punktu „2“). My jednak postanowiliśmy wybrać program, dlatego klawiszami „UP“ lub „DOWN“ wybieramy numer programu i zatwierdzamy klawiszem „OK“, po naciśnięciu klawisza „OK“ nastąpi natychmiastowe wykonywanie zaprogramowanego programu. Również moduł wykonawczy zostaje uaktywniony, załączając napięcie 220V na wyjściach CON2...CON9.

Aby zmienić wykonywany program, ponownie ustawiamy jego numer za pomocą klawiszy „UP“ i „DOWN“ i zatwierdzamy wybór klawiszem „OK“. Jeśli znaleźliśmy szukany program, wychodzimy do procedury głównej, naciskając dwa razy klawisz „ESC“ (numer „1“). Na wyświetlaczu zostanie przedstawiony numer wykonywanego programu oraz w drugiej linii prędkość jego odtwarzania. Prędkość odtwarzania sekwencji jest podawana w sekundach i może być zmieniana w zakresie od 100 ms do 25 s, z krokiem 100 ms. Po włączeniu sterownika prędkość zmian wynosi 1 s, czyli częstotliwość jest równa 1 Hz. Prędkość tę można zwiększać za pomocą klawisza



Rys. 5. Algorytm działania mikrokontrolera

„DOWN“ oraz zmniejszać klawiszem „UP“.

Odwrotne znaczenie klawiszy „UP“ i „DOWN“ jest podyktowane tym, że zmieniając prędkość, tak na prawdę zmieniamy czas pomiędzy kolejnymi krokami programu.

Odtwarzanie można również w dowolnej chwili zatrzymać, na-

ciskając klawisz „ESC“. Na drugiej linii wyświetlacza pojawi się napis „STOP“, ponowne naciśnięcie tego klawisza spowoduje start wykonywanego wcześniej programu. Gdy odtwarzanie zostanie zatrzymane, zostają również wygaszone wszystkie diody w sterowniku i układzie wykonawczym. Ponowne uruchomienie odtwarza-

nia powoduje start od pierwszego kroku odtwarzanego programu.

#### 4. Programowanie makroprogramów

Opisana wcześniej procedura odtwarzania programów umożliwia wybór dowolnego programu, lecz raz wybrany program będzie odtwarzany bez przerwy. Aby wyświetlić inny program, należy ręcznie wybrać go w procedurze wyboru programów. Procedura tworzenia makroprogramów umożliwia utworzenie ośmiu takich programów, w każdym makroprogramie może zawierać się maksymalnie osiem programów podstawowych.

Umożliwia to łączenia kilku podstawowych programów w jeden duży program lub utworzenie ulubionych programów, do których mamy bezpośredni dostęp, bez wchodzenia w menu wyboru programu.

Po wyjściu z procedury wyboru programu omówionej w punkcie wyboru zapisanych programów znajdujemy się w punkcie „1“ grafu pracy procesora. Aby przejść do tworzenia makroprogramów, naciskamy klawisz „OK“, następnie klawiszem „UP“ lub „DOWN“ wybieramy menu „Makro“ i zatwierdzamy klawiszem „OK“. Na wyświetlaczu pojawi się napis w pierwszej linii „Wybierz numer“, a w drugiej „2\_3\_4\_5\_6\_7\_8“, puste miejsce na pierwszej pozycji drugiej linii wskazuje wybrany domyślnie pierwszy makroprogram (numer „7“ na grafie). Chcąc zmienić numer makroprogramu, naciskamy jeden z klawiszy S1...S8. Numer wybranego makroprogramu zostanie wygaszony, na przykład, gdy naciśniemy klawisz S3, to na drugiej linii wyświetlacza otrzymamy „1\_2\_4\_5\_6\_7\_8“. My tworzymy pierwszy makroprogram, dlatego naciskamy klawisz S1 i potwierdzamy wybór klawiszem „OK“ (numer „8“ na grafie). Na wyświetlaczu pojawi się napis „Makro nr 1“, w drugiej linii „Poz 1 Prog. 0“.

Pierwsza linia wyświetlacza informuje, który makroprogram jest aktualnie tworzony, w drugiej linii „Poz 1“ oznacza pozycje podstawowego programu w tworzonym makroprogramie, napis „Prog. 0“ wskazuje numer programu, który zostanie umieszczony na podanej wcześniej pozycji.



Klawiszami S1...S8 wybieramy pozycje programu podstawowego, a klawiszami „UP“ i „DOWN“ numer tego programu. Przykładowo chcemy wybrać program nr 3 dla pozycji pierwszej. W tym celu naciskamy klawisz S1, a klawiszami „UP“ lub „DOWN“ wybieramy numer programu równy 3. Klawiszem „OK“ zatwierdzamy. Po tych operacjach na pierwszej pozycji makroprogramu został umieszczony trzeci program podstawowy. Po zatwierdzeniu pojawi się napis „Zapisane“, a następnie poprzednie wskazanie, z tą różnicą, że pozycja „Poz“ zostanie zwiększona o jeden, sugerując zapis programu na drugiej pozycji; oczywiście numer ten można zmienić klawiszami S1...S8.

Jeśli nasz makroprogram będzie się składał z ośmiu podstawowych programów, powyższą czynność należy powtórzyć ośmiokrotnie. Jednak nic nie stoi na przeszkodzie, aby makroprogram składał się na przykład z czterech programów podstawowych. Aby zapro-

gramować tylko cztery programy podstawowe, na pozycjach od 1 do 4 zapisujemy wybrane programy podstawowe, a następnie ustawiamy pozycję „Poz 5“, a jako numer programu podstawowego wybieramy „0“. Wpis ten informuje procedurę odtwarzającą makroprogramy, że dane makro składa się tylko z czterech programów podstawowych. Jeżeli nie będziemy programować wszystkich makroprogramów, na przykład tylko pięć, w pozostałych na pozycji pierwszej należy zapisać program „0“.

Po utworzeniu makroprogramów przechodzimy do ich odtwarzania, naciskając dwukrotnie klawisz „ESC“. Znajdujemy się ponownie w pętli głównej programu (punkt „1“); teraz chcąc wybrać makroprogram, naciskamy jeden z klawiszy S1...S8 (numer „9“). Po tym wyborze na wyświetlaczu będzie widoczny następujący napis: „Program=1 M=1“ (jeśli nacisnęliśmy klawisz S1), druga linia „Tempo=1.0s.“ i nastąpi kolejne wykonywanie programów podstawowych za-

wartych w pierwszym makroprogramie. Napis: „M= “ w pierwszej linii wyświetlacza informuje, który makroprogram jest wykonywany. Dla makroprogramów, w których nie zostały zapisane żadne programy podstawowe, wartość wyświetlanego programu będzie równa „0“ i wszystkie diody będą wygaszone, a procesor będzie oczekiwał na wybranie innego makroprogramu.

### 5. Obsługa węża świetlnego

Jeżeli znajdujemy się w głównej pętli programu, czyli po włączeniu zasilania, to klawiszami S1...S8 wybieramy makroprogram, klawiszami „UP“ i „DOWN“ zmieniamy prędkość odtwarzania, klawiszem „ESC“ możemy wstrzymać odtwarzanie, a klawiszem „OK“ przechodzimy do wyboru funkcji lub zmiany parametrów.

**Krzysztof Pławiuk, AVT**  
**krzysztof.plawsiuk@ep.com.pl**

*Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/?pdf/wrzesien02.htm>.*