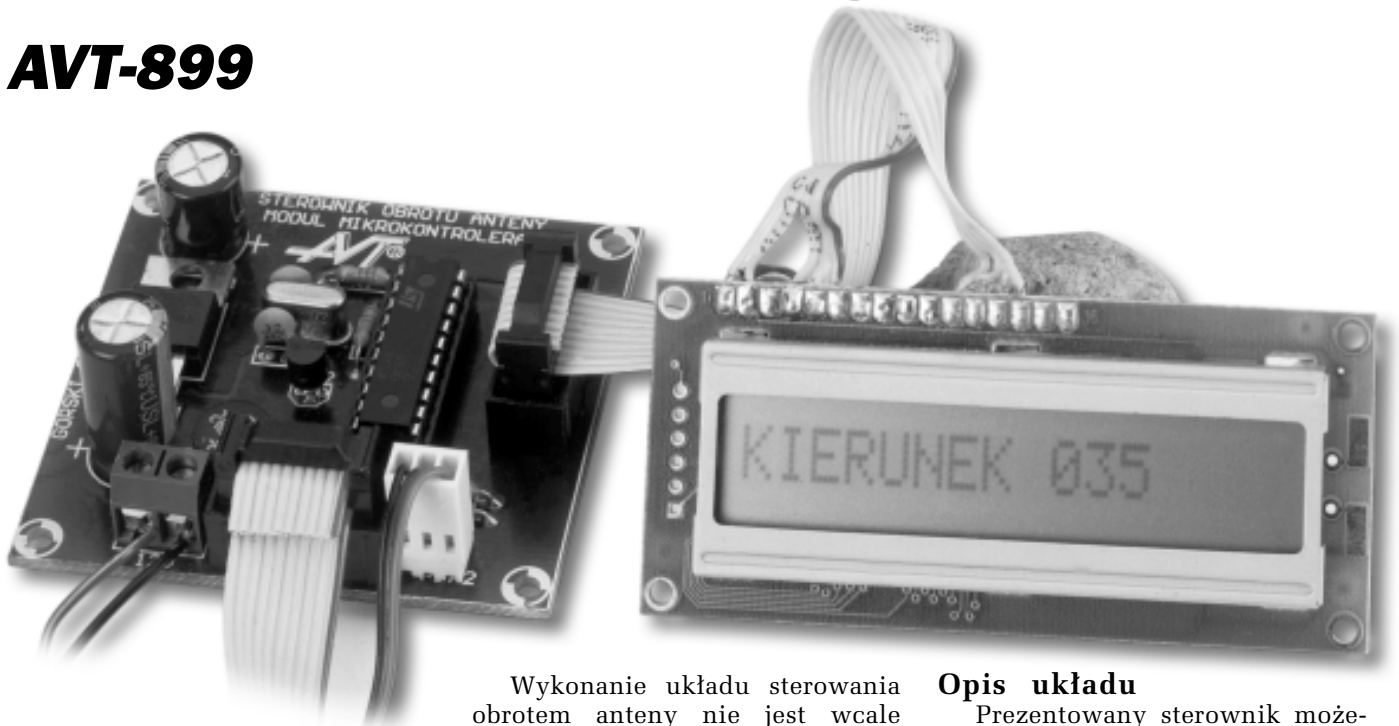


# Sterownik anteny UKF

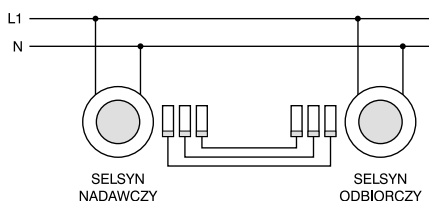
## AVT-899



*Prezentowany układ został zaprojektowany przede wszystkim z myślą o krótkofalowcach, ale możemy go z powodzeniem stosować także do sterowania anteną siatkową lub nawet satelitarną. Urządzenia obrotowe stosuje się przy użytkowaniu anten kierunkowych, których zaletą jest duży zys energetyczny, umożliwiający nawiązanie łączności w wyznaczonym kierunku na dość znaczne odległości.*

Wykonanie układu sterowania obrotem anteny nie jest wcale łatwe. Największy kłopot sprawia wskaźnik położenia anteny. Powinien on, w sposób możliwie najdokładniejszy, wskazywać jej kierunek. Najprostsze sposoby ustawiania anten w określonym kierunku polegały na ręcznym, bezpośrednim obracaniu masztu anteny z balkonu, okna strychu czy też dachu. Nie było to zbyt wygodne i sprawiało wiele problemów. Jako wskaźniki położenia anteny stosowano specjalne maszyny elektryczne tzw. selsyny. Pracowały one zawsze w układzie nazywanym łączem selsynowym, składającym się z co najmniej dwóch selsynów. Wymagały zasilania z sieci napięcia przemiennego. Układ taki w poglądowy sposób przedstawiono na **rys. 1**.

Obecnie mamy możliwość wykonania obrotu siłownikiem sterowanym mikroprocesorem. W prezentowanej aplikacji wykorzystałem mikrokontroler typu ST62T20. Program sterujący zajmuje prawie całą pamięć układu. Pliki źródłowe znajdują się na płycie CDEP12-2000B w postaci pliku *exe*, który automatycznie tworzy folder AN-TENA na dysku C i umieszcza w nim wszystkie potrzebne pliki obsługiwane przez program ST6-Realizer.



Rys. 1. Schemat łącza selsynowego.

### Opis układu

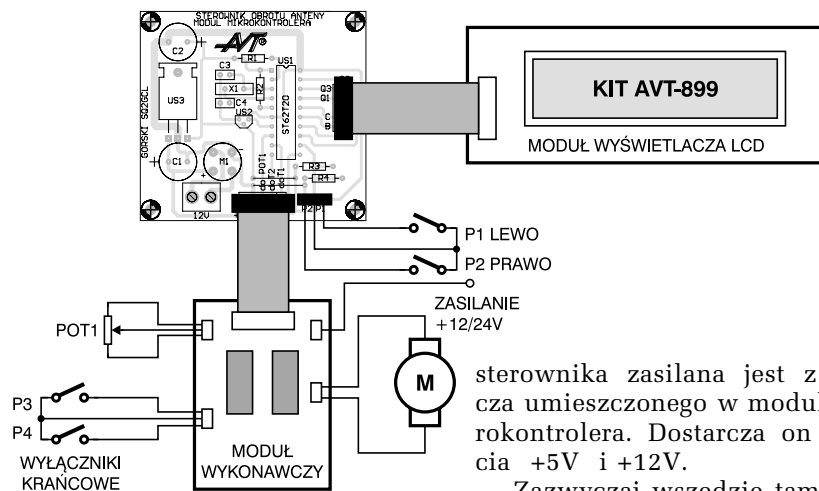
Prezentowany sterownik możemy podzielić na następujące bloki funkcjonalne (**rys. 2**):

- moduł mikrokontrolera, który zawiera mikrokontroler oraz zasilacz dostarczający niezbędnych napięć zasilających oprócz napięcia zasilającego silnik siłownika,
- moduł wyświetlacza, wykonany w oparciu o standardowy, (jednoliniowy, szesnastoznakowy) wyświetlacz alfanumeryczny LCD ze sterownikiem HD44780,
- moduł wykonawczy sterujący pracą silnika siłownika anteny, w którym dokonuje się pomiaru kąta położenia anteny; zawiera on również zabezpieczenia w postaci wyłączników krańcowych.

Na **rys. 3** przedstawiono schemat ideowy sterownika. Wyprowadzenia mikrokontrolera PA0..PA3 i PB0..PB2 są skonfigurowane jako wyjścia cyfrowe *Push pull-output*. Sterują one pracą wyświetlacza LCD.

Przyciski sterujące P1 i P2 doprowadzone są do jednej końcówki PB3 procesora, na której jest wejście przetwornika analogowo-cyfrowego. Zastosowanie wejścia z przetwornikiem A/C pozwala na pełne i oszczędne wykorzystanie wyprowadzeń mikrokontrolera.

Suwak potencjometru obrotowego POT1 dołączony jest do wejścia PB6 skonfigurowane jako *analog*



Rys. 2. Schemat blokowy sterownika.

*input.* Wyłączniki krańcowe P3 i P4 dołączone są do wyprowadzenia PB7, które również jest wejściem analogowym. Sterowanie tranzystorami T1 i T2, załączającymi przełączniki PK1 i PK2, realizowane jest z wyprowadzeń PB4 i PB5 (*push-pull output*).

Moduł wykonawczy jest najbardziej oddaloną od płytki z mikrokontrolerem częścią układu. Moduł ten zawiera tylko kilka elementów. Komunikacja pomiędzy modułem mikrokontrolera a wykonawczym odbywa się za pomocą kabla płaskiego o dziewięciu żyłach.

Do modułu dołączony jest potencjometr sprzęgnięty z urządzeniem obrotowym oraz wyłączniki krańcowe. Znajdujące się na płycie modułu wykonawczego przełączniki PK1 i PK2 odgrywają ważną rolę. Polega ona na sterowaniu pracą silnika siłownika antenowego. Zasilanie tego silnika może odbywać się:

- z oddzielnego zasilacza +24V umieszczonego przy antenie (na dachu budynku),
- z zasilacza +24V umieszczonego w mieszkaniu (pracowni) - wymaga to jednak zastosowania przewodu o odpowiednim przekroju (należy kierować się zasadą, że im dalej umieszczono urządzenie zasilane, to stosujemy przewód o większym przekroju).

Drugi sposób zasilania silnika siłownika jest niewątpliwie sposobem droższym. Mogą tu wystąpić ograniczenia ze względu na odległość pomiędzy zasilaczem a anteną oraz na koszt samego kabla. Cała część elektroniczna

sterownika zasilana jest z zasilacza umieszczonego w module mikrokontrolera. Dostarcza on napięcia +5V i +12V.

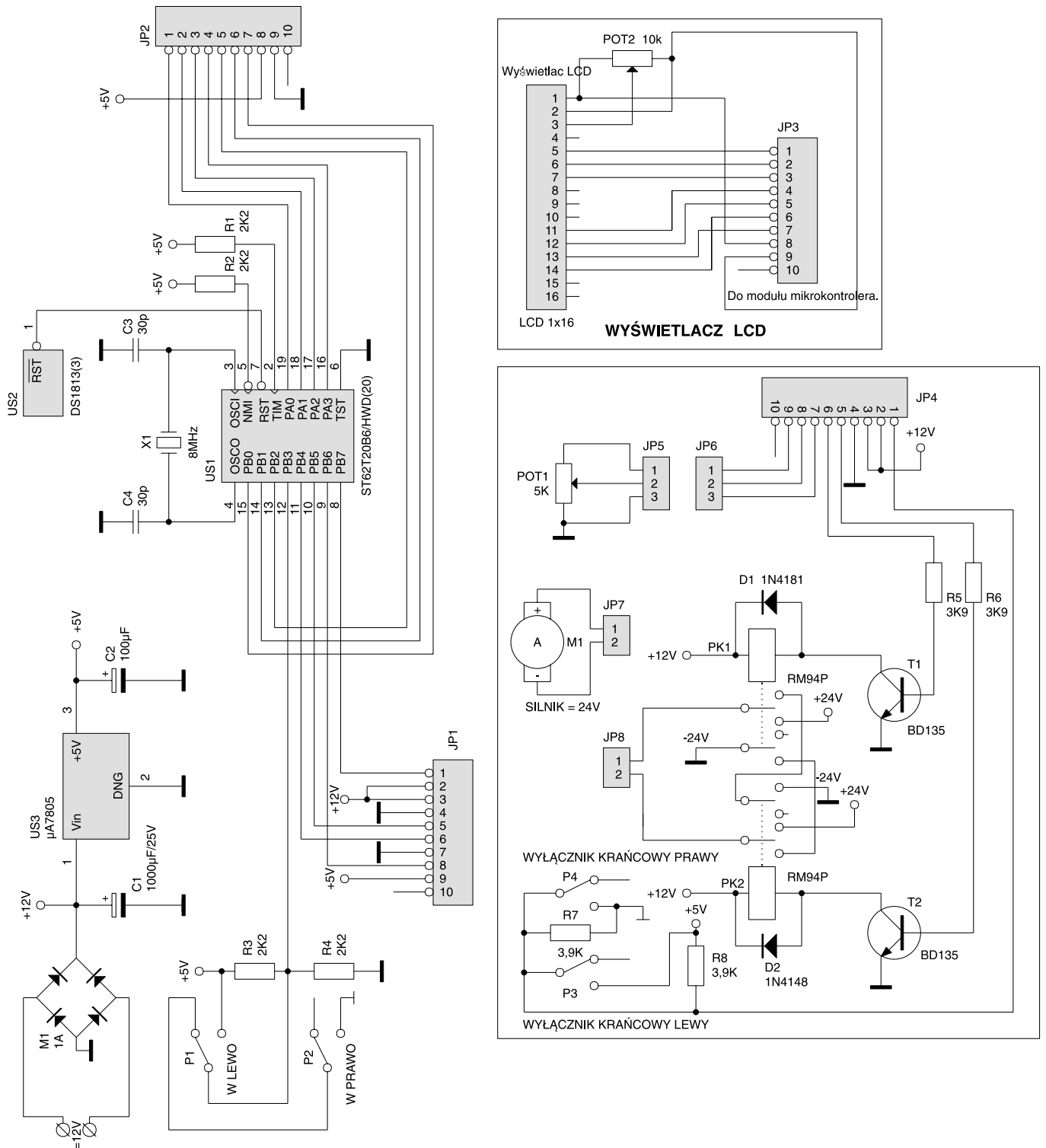
Zazwyczaj wszędzie tam, gdzie zastosowano mikrokontrolery, są one odpowiedzialne za sterowanie pracą układu. Po włączeniu zasilania układ mikrokontrolera jest zerowany, po czym jest w gotowości do pracy. Po uruchomieniu na wyświetlaczu ukazuje się napis „KIT AVT-899“, a następnie, po kilku sekundach, pojawia się napis „KIERUNEK“ z aktualnym kątem kierunku anteny w stopniach.

Do sterowania układem mamy dwa przyciski: P1 (W LEWO) i P2 (W PRAWO). Naciśnięcie P2 powoduje podwyższenie napięcia na wejściu PB3 mikrokontrolera do wartości napięcia zasilania. Natomiast naciśnięcie przycisku P1 powoduje obniżenie wartości napięcia do zera. Mikrokontroler takie zmiany napięć odczytuje jako komendę do ruchu W PRAWO lub W LEWO. Możemy zauważyć, że jednoczesne naciśnięcie obydwu przycisków nie powoduje żadnych stanów nieustalonych. Wykonane zabezpieczenie wynika z odpowiedniego połączenia dwóch przełączników P1 i P2. Jednoczesne naciśnięcie jest komendą dla procesora ruch W LEWO. Przy naciskaniu P1 na wyprowadzeniu PB4 pojawia się poziom wysoki napięcia, które jest podane na bazę tranzystora T1, powodując zadziałanie przełącznika PK1 załączającego zasilanie silnika siłownika. Tranzystor T1 i przełącznik PK1 znajdują się na płycie modułu wykonawczego. Identyczna sytuacja jest wtedy, gdy na wyprowadzeniu PB5, z którego sterowany jest tranzystor T2 pojawia się poziom wysoki. Sygnały sterujące podawane są poprzez złącze JP1 i kabel wieloży-

łowy (np. płaski). Zwrócimy teraz uwagę na połączenie przełączników. W stanie spoczynkowym obydwu przełączników na zaciski silnika siłownika nie jest podawane napięcie zasilające. Nie muszą dodawać, że w naszym sterowniku musimy zastosować silniki prądu stałego. Często wykorzystuje się silniki od wycieraczek samochodowych na napięcie 12V/24VDC. Zmianę kierunku obrotów silnika dokonuje się poprzez zmianę polaryzacji napięcia zasilającego. I taką metodę sterowania zmianą kierunku obrotu zastosowałem w układzie. Podczas obrotu masztu anteny, w wyniku pracy silnika, obraca się również oś potencjometru POT1 (wskaznika kierunku). Potencjometr przyłączony jest jedną końcówką do +5V, a drugą do masy układu, natomiast suwak potencjometru do wejścia analogowego PB6 mikrokontrolera. W wyniku zmian położenia suwaka potencjometru otrzymujemy zmiany spadku napięcia pomiędzy suwakiem a masą. Te zmiany napięcia odczytywane są przez mikrokontroler jako zmiany kierunku położenia anteny. Wynik wyświetlany jest w postaci trzycyfrowej liczby na wyświetlaczu alfanumerycznym LCD (moduł wyświetlacza) i aktualizowany co 0,5s. Z obracającym się masztem sprzęgnięte powinny być również wyłączniki krańcowe P3 i P4, które zabezpieczają przed przekręceniem masztu o więcej niż 360°. Jako wyłączniki krańcowe możemy zastosować dowolne mikroprzełączniki, które należy sprzęgnąć z masztem za pomocą przyspawanego pręta obracającego się wraz z masztem. Układ działa następująco. Po dojściu do jednego z krańców i załączeniu przełącznika P3 lub P4 silnik siłownika natychmiast się zatrzymuje. Wówczas możemy uruchomić silnik jedynie poprzez naciśnięcie przycisku, który będzie odpowiadał przeciwnemu kierunkowi ruchu masztu.

### Wyświetlacz alfanumeryczny LCD

Zastosowanie wyświetlacza alfanumerycznego LCD pozwala na uproszczenie budowy sterownika, niestety kosztem rozmiaru pliku wynikowego hex.

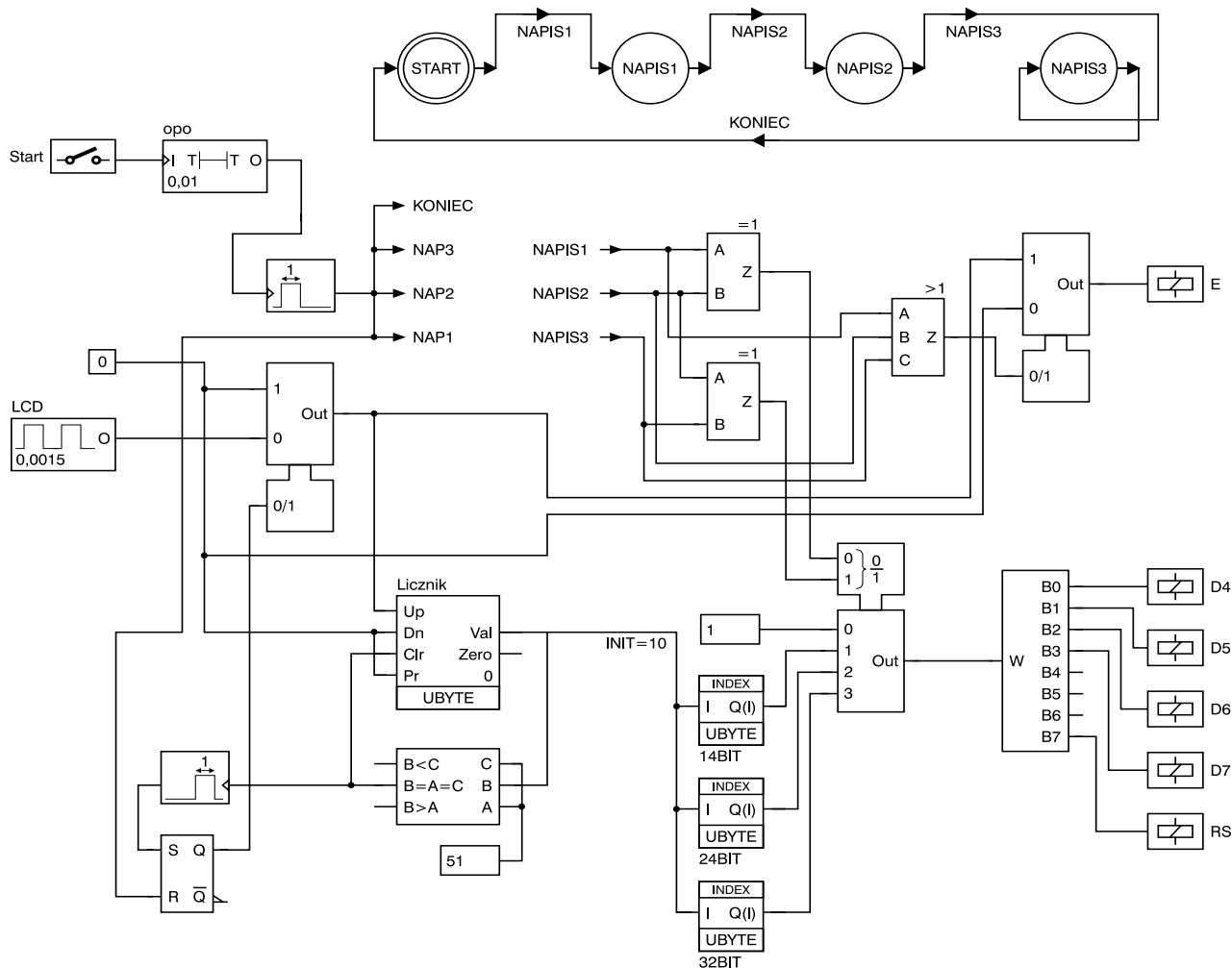


Rys. 3. Schemat elektryczny sterownika.

Do komunikacji pomiędzy mikrokontrolerem a wyświetlaczem służą trzy linie sterujące (RW, RS, E) oraz osiem linii danych (D0..D7) - wyświetlacz może być sterowany poprzez 8- lub 4-bitową linię danych. Przy zastosowaniu mikrokontrolera ST62T10/20, mającego niewielką liczbę wyprowadzeń, ośmiobitowe sterowanie raczej nie wchodzi w rachubę. Dla-

tego wykorzystałem nieco trudniejsze, czterobitowe sterowanie wyświetlacza LCD (używane są linie D4..D7, a pozostałe linie D0..D3 są ignorowane). Przejście do sterowania czterobitowego odbywa się podczas inicjalizacji wyświetlacza, poprzez odpowiednie ustawienie stanów na wejściach sterujących i danych. Przesyłanie danych do układu odbywa się

dwuetapowo, najpierw przesyła się starszy półbajt instrukcji lub danej, a następnie młodszy. Nie będę tu opisywał dokładnie działania samego wyświetlacza LCD, gdyż na ten temat już wiele napisano na łamach EP. Skupię się jedynie na „zmuszeniu” Realizera do sterowania wyświetlaczem. Dokładna analiza programu źródłowego mija się z celem, ze



Rys. 4. Opis programu sterującego pracą procesora (dla ST6-Realizera).

względem na jego objętość, przez co staje się on mało czytelny.

Dla zilustrowania tego problemu posłużę się uproszczonym schematem logicznym przedstawionym na **rys. 4**. Cała informacja o tym, co ma być wpisane do wyświetlacza zawarta jest w tabelach wprowadzonych przy edycji programu. Aby lepiej zrozumieć działanie, program możemy podzielić na następujące bloki procedur:

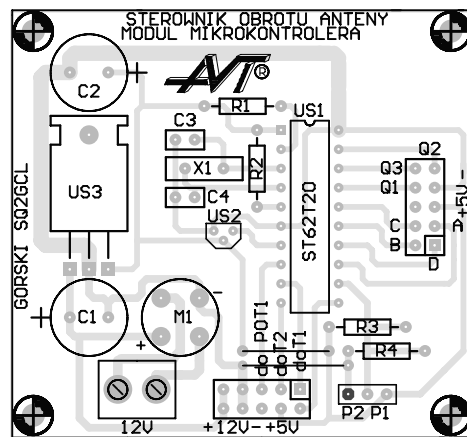
- generatora z licznikiem,
- tablic z danymi,
- zespołu załączającego dane,
- układu sterującego wyświetlaczem.

Generator *oscf* LCD z licznikiem *LICZ* stanowi blok napędzający cały proces wpisywania sekwencji danych z tablic do wyświetlacza. Zespół załączający decyduje o tym, które dane zawarte w tablicach zostaną skierowane do wyświetlacza. Układ sterujący wyświetlaczem dokonuje zamiany wartości wejściowej (słowo 8-bitowe) na osiem stanów logicznych

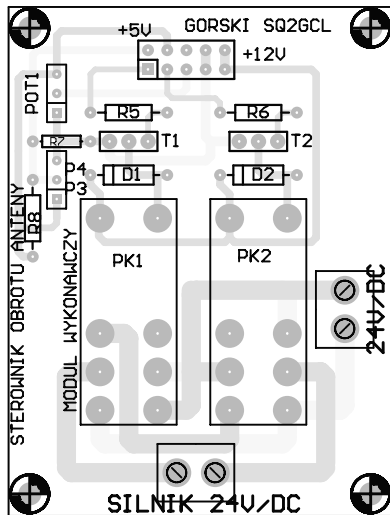
odpowiadających odpowiednio słowu wejściowemu.

Generator *oscf* LCD generuje ciąg impulsów, które poprzez multiplexer *mux1* podane są na wejście *up* licznika zliczającego *count1f LICZ* oraz na wyjście cyfrowe *digout E*. Wyjście licznika *val* jest połączone z wejściem tabel *indextable*. Licznik zlicza impulsy pochodzące z *oscf* LCD do wartości 51, a następnie zostaje wyzerowany. Podczas gdy licznik zlicza impulsy z generatora, do wyświetlacza zostają przesyłane dane z tabel, po czym zostaje wyświetlony odpowiedni napis. Licznik zostaje wyzerowany w wyniku porównania przez komparator *comp* wartości na wyjściu licznika z wartością stałą. Na wyjściu *B=A=C* komparatora pojawia się stan wysoki, który podany na wejście *Clr* licznika dokonuje jego wyzerowania. Jednocześnie komparator steruje pracą przetrzutnika *srrf*. Po podaniu stanu wysokiego na wejście *S srrf*, na

wyjściu *Q* pojawia się stan wysoki, w wyniku czego zostaje zablokowany generator *oscf*. Brak impulsów na wejściu zliczającym *up* licznika powoduje, że licznik nie dokonuje zliczania. Odblokowanie licznika i powtórzenie całej opisanej sekwencji zliczania nastąpi podczas wpisywania kolejnego napisu do wyświetlacza. Takie rozwiązanie



Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej sterownika.



Rys. 6. Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej modułu wykonawczego.

pozwala wygenerować do 51 impulsów. Jest to ciąg potrzebny, aby wpisać do wyświetlacza LCD 16 znaków.

Tak jak wspomniałem, wszystkie dane do inicjalizacji wyświetlacza, a następnie wpisywania znaków, zawarte są w tabelach index-table. Wartości z tabel poprzez multiplexer *mux2* podawane są na wejście *W bunpack*. Wyprowadzenia *bunpack* sterują modułem wyświetlacza poprzez wyjścia *digout*, skonfigurowane jako wyjścia cyfrowe *push-pull-output*.

Od zawartości tabel zależy, jak i co będzie się ukazywać na wyświetlaczu LCD. Aby komunikaty były wyświetlane bez błędów, należy do tabeli wpisać odpowiednie liczby z zakresu od 0..255. W naszym przypadku będzie to 50 liczb o różnych wartościach, które są odpowiednikami sygnałów sterujących i danych.

## Montaż i uruchomienie

Jak już wspomniałem, układ zmontowano na dwóch płytkach drukowanych, których schematy montażowe przedstawiono na rys. 5 i rys. 6.

Moduł wyświetlacza jest fabrycznym modułem, do którego dolutowano taśmę zakończoną wtyczką oraz wlutowano potencjometr POT2. Po wykonaniu płytek (lub też zamówieniu z oferty AVT) możemy przystąpić do montażu układu.

Wszystkie układy scalone najlepiej umieścić w podstawkach, w celu uniknięcia kłopotów z ewentualną wymianą układów podczas uruchamiania sterownika. Układ wykonawczy powinien być zamontowany na dachu, przy urządzeniu obrotowym. Panować tam mogą różne warunki atmosferyczne. W związku z tym moduł wykonawczy musimy umieścić w odpowiedniej obudowie. Również użyty w układzie potencjometr powinien być hermetyczny i jak najlepszej jakości. Moduł wykonawczy można dodatkowo zaekranować, co wyeliminuje ewentualne zakłócenia ze strony pola elektromagnetycznego w.cz. emitowanego z anteny. Połączenie pomiędzy blokiem mikrokontrolera a układem wykonawczym możemy wykonać za pomocą wielożyłowego przewodu ekranowego.

Po zmontowaniu i włączeniu zasilania, dobrze zmontowany układ powinien działać od razu. Najtrudniej jednak wykonać część mechaniczną urządzenia obracającego. Myślę, że przy pomocy jakiegoś znajomego mechanika uda

## WYKAZ ELEMENTÓW

### Rezystory

POT1: 5kΩ  
 POT2: 10kΩ  
 R1..R4: 2,2kΩ  
 R5..R8: 3,9kΩ

### Kondensatory

C1: 1000μF/25V  
 C2: 100μF/16V  
 C3, C4: 30pF

### Półprzewodniki

D1, D2: 1N4148  
 M1: mostek prostowniczy 1,5A  
 T1, T2: BD135  
 US1: ST62T20C zaprogramowany  
 US2: DS1813  
 US3: 7805

### Różne

X1: 8MHz

się wam zbudować odpowiednie urządzenie mechaniczne. Dla nas, elektroników hobbystów, może się to wydawać bardzo trudne, ale dla mechanika to nic trudnego. Po wykonaniu prac mechanicznych i ustawieniu anteny należy tak wyregulować sprzęgnięty z masztym potencjometr POT1, aby kierunek anteny zgadzał się ze wskazaniami wyświetlacza.

Przedstawiony układ sterownika anteny jest dosyć prosty, ale mam nadzieję, że zaciekawia osoby zainteresowane krótkofalarstwem.

**Krzysztof Górski, AVT**

**krzysztof.gorski@ep.com.pl**

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/pcb.html> oraz na płycie CD-EP12/2000 w katalogu PCB.