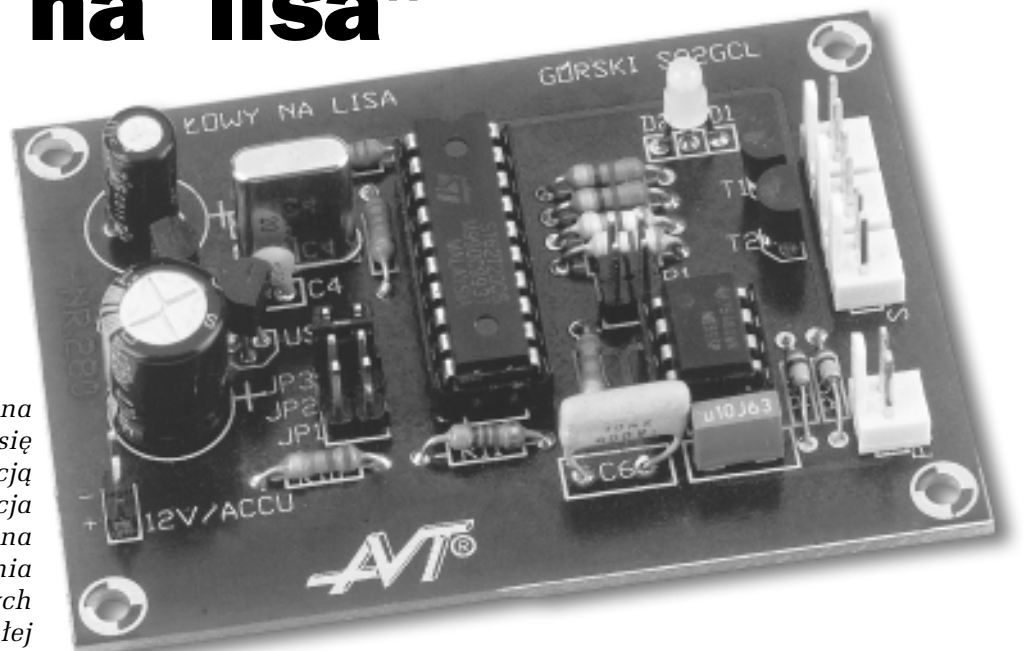


Sterownik nadajnika do “łowów na lisa”

kit AVT-892



Sterownik powstał na prośbę osób zajmujących się Amatorską Radiolokacją Sportową ARS. Radiolokacja amatorska polega na lokalizowaniu położenia i odszukaniu ukrytych w terenie nadajników małej mocy za pomocą odbiorników z antenami kierunkowymi.

Amatorska radiolokacja sportowa prowadzona jest w paśmie 80 metrów (3,5MHz), z zastosowaniem anten ramowych, ferrytowych oraz w paśmie 2 metrów (144MHz) z zastosowaniem kilkuelementowych anten kierunkowych Yagi.

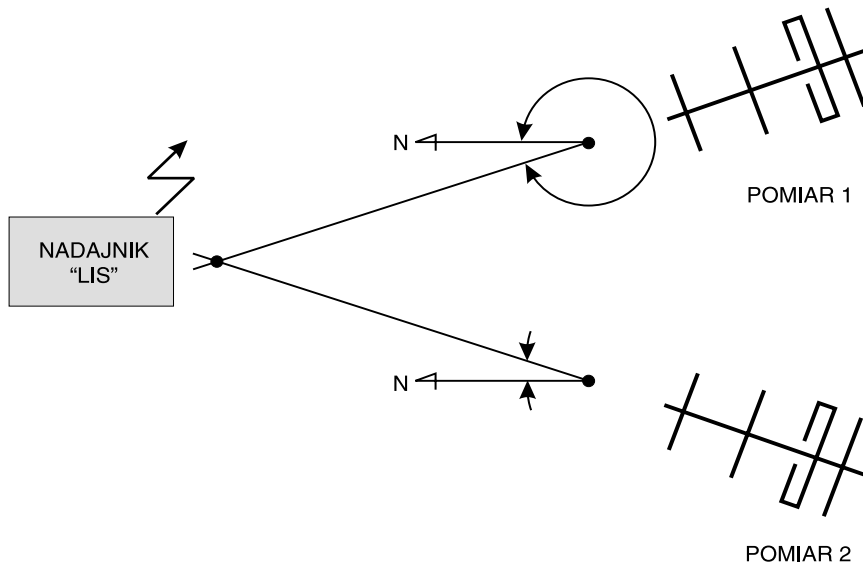
Do zlokalizowania ukrytego nadajnika niezbędne jest dokonanie namiarów z dwóch różnych miejsc (**rys. 1**). W każdym z nich trzeba określić kierunek, tj. azymut, z którego przychodzą sygnały i w porównaniu z kompasem nanieść na mapę. Wykreślone na mapie linie biegnące z obu punktów namiarów przetną się w miejscu, w którym znajduje się nadajnik - poszukiwana radiostacja.

Uprawianie radiolokacji sportowej łączy w sobie umiejętności krótkofalarskie, sprawność fizyczną i umiejętności orientacji w terenie. Do organizowania zawodów na lisa trzeba sześć nadajników (lisów), które emitują ściśle określone sygnały. Nadajniki te należy rozmieszczać w odległościach nie mniejszych niż 750m jeden od drugiego. Wszystkie nadajniki powinny być słyszalne w miejscu startu. Każda stacja nadawcza nadaje inny sygnał rozpoznawczy alfabetem Morse'a w pięciu minu-

towych odstępach MOE, MOI, MOS, MOH, MO5. Praca nadajników musi być tak ustawiona, aby radiostacje pracowały przez minutę (jedna po drugiej), według poniższego harmonogramu:

- pierwsza minuta: nadajnik 1. znak MOE,
- druga minuta: nadajnik 2. znak MOI,
- trzecia minuta: nadajnik 3. znak MOS,
- czwarta minuta: nadajnik 4. znak MOH,
- piąta minuta: nadajnik 5. znak MO5.

Jak zapewne zauważyliście, znaki nadawane przez poszczególne nadajniki składają się z trzech liter. Dwie pierwsze litery są we wszystkich znakach takie same. Znaki różnią się więc tylko ostatnią literą. Dwie pierwsze litery są znakami alfabetu Morse'a składającymi się z samych kresek, a ostatnia litera składa się tylko z samych kropek i jest wyznacznikiem numeru nadajnika „lisa”. Tak na przykład, litera S w alfabecie Morse'a to trzy kropki, co odpowiada nadajnikowi 3. Nadajniki w paśmie 3,5MHz powinny pracować z emisją A1, telegrafią niemodulowaną, natomiast w paśmie 144MHz stosuje się emisję A2, telegrafią modulowaną. Ste-



Rys. 1. Zasada namierzania nadajników w "łowach na lisa".

rownik nadajnika powinien pracować z prędkością 30..45 znaków na minutę. Częstotliwość pracy wszystkich nadajników powinna być jednakowa, a stałość częstotliwości nie gorsza niż 0,05%. Moc wyjściowa nadajników powinna wynosić od 3W do 5W.

Opis układu

Układ składa się z następujących bloków, przedstawionych na rys. 2:

- mikrokontrolera,
- generatora podsłuchu,
- układu zabezpieczenia akumulatorów,
- układu rodzaju pracy nadajnika,
- układu synchronizacji startu.

Blok mikrokontrolera steruje pracą całego układu zgodnie z algorytmem realizowanym przez program.

Generator podsłuchu, zrealizowany na 555, umożliwia słuchową kontrolę generowanego przez mikrokontroler ciągu kresek i kropek.

Układ zabezpieczenia ma za zadanie pomiar napięcia akumulatora zasilającego i niedopuszczenie do jego całkowitego wyładowania.

Układ rodzaju pracy nadajnika odpowiada za wybór rodzaju sygnału nadawanego MOI; MOE; MOS; MOH; MO5.

Układ synchronizacji startu dokonuje inicjacji wszystkich nadajników tak, aby pracowały dokładnie jeden po drugim.

Prezentowany sterownik (rys. 3) generuje wszystkie sygnały do

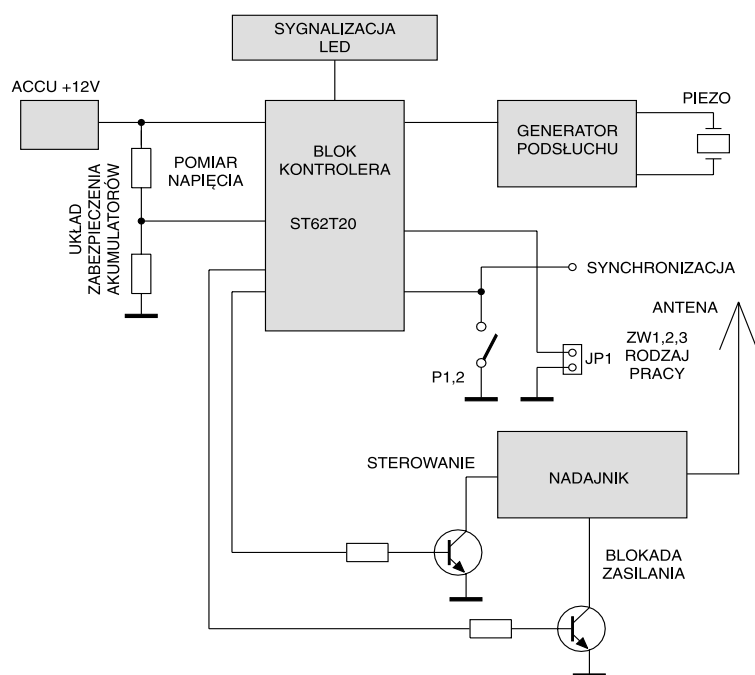
sterowania nadajnikiem w.cz. Po ustawieniu odpowiedniej konfiguracji zworek JP1..3, układ może pracować jako jeden z pięciu „lisów“. Konstrukcja sterownika oparta jest na mikrokontrolerze ST62T20. Zgodnie z przeznaczeniem, praca urządzenia odbywać się będzie w warunkach terenowych, w związku z tym jego zasilanie jest realizowane z akumulatora. Aby ochronić akumulator przed nadmiernym wyładowaniem, układ sterownika dodatkowo posiada opcję nadzoru napięcia zasilającego.

Jak widać w sterowniku wykorzystano 11 z spośród 12 wypro-

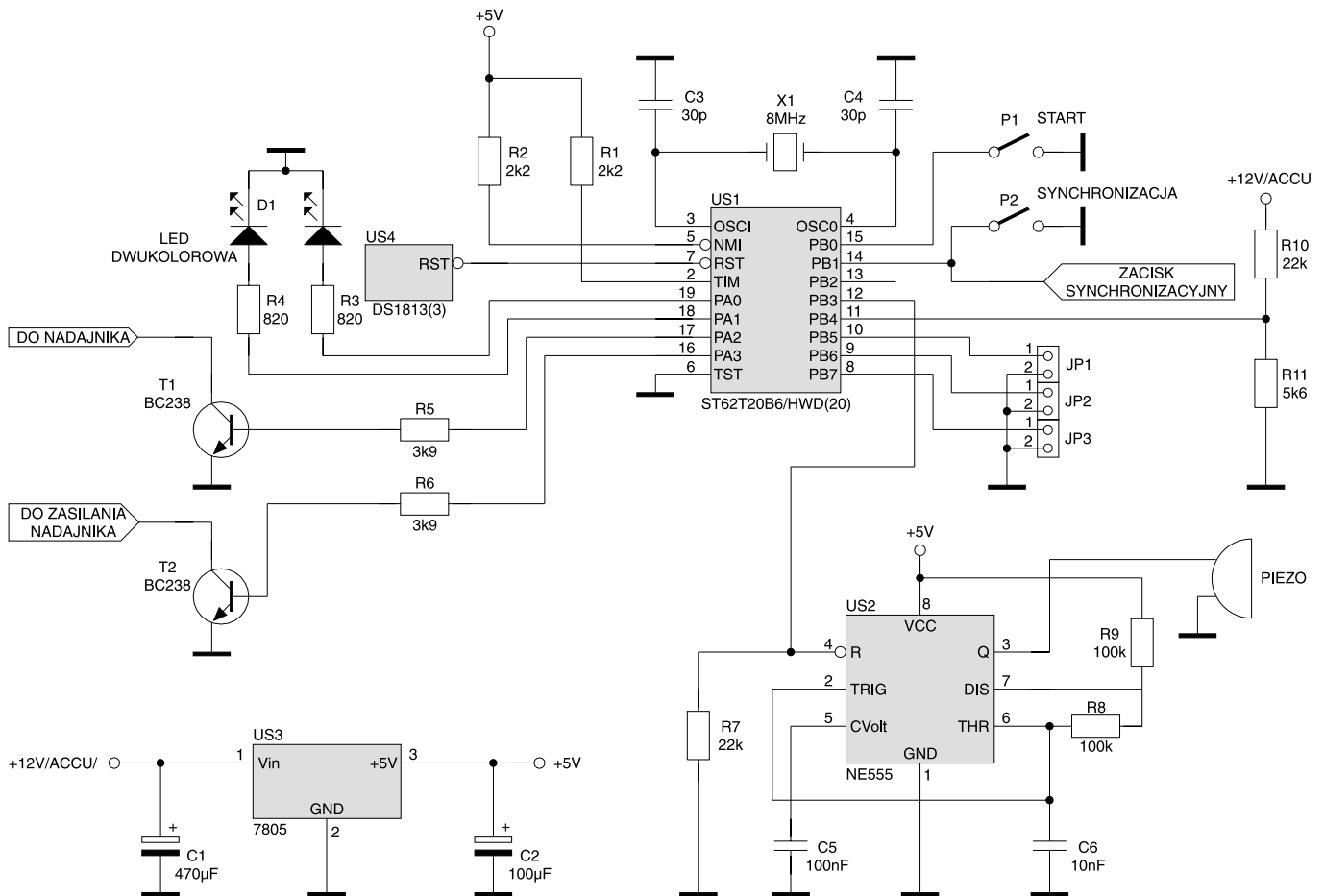
wadzeń portów mikrokontrolera. Wyprowadzenie PA0 i PA1 skonfigurowane są jako *push-pull*. Sterują one pracą świecącej diody dwukolorowej D1 o wspólnej katodzie. Kolejne dwa wyprowadzenia PA2 i PA3 również są skonfigurowane jako *push-pull* i sterują pracą tranzystorów: T1 - odpowiedzialnego za kluczowanie nadajnika i T2 - blokującego zasilanie.

Wyprowadzenia PB0 i PB1 są wejściami, do których dołączone są przyciski P1 (*START*) oraz P2 (*SYNCHRONIZACJA*) z zaciskiem synchronizacyjnym. Przez wyprowadzenie PB3 odbywa się sterowanie pracą generatora podsłuchu. Układ zabezpieczenia (R10, R11) dołączony jest do wyprowadzenia PB4 skonfigurowanego jako wejście przetwornika analogowo-cyfrowego. Wyprowadzenia PB5, PB6, PB7 są skonfigurowane jako wejścia *pull-up*, do których dołączone są zworki JP1..JP3 ustalające rodzaj pracy nadajnika.

Wykorzystanie mikrokontrolera pozwoliło ograniczyć liczbę użytych elementów do minimum oraz usprawniło działanie układu. Po włączeniu zasilania całego systemu, mikrokontroler przechodzi standardowy proces zerowania. Przeprowadzony jest on za pomocą specjalnie do tego przeznaczonego układu typu DS1813. Zastosowanie tego układu rozwiązuje



Rys. 2. Schemat blokowy sterownika.



Rys. 3. Schemat elektryczny sterownika.

ewentualne problemy z doborem pojemności i rezystancji, w przypadku zastosowania układu standardowego złożonego z kondensatora i rezystora.

Po restarcie procesor jest w stanie *OCZEKIWANIA* na zdarzenie *START* lub *SYNCHRONIZACJA*, inicjujące pracę programu. Zdarzenie *START* zaistnieje w chwili podania niskiego poziomu napięcia na wejście PB0 przyciskiem P1. Bezpośrednim skutkiem zdarzenia *START* jest przejście programu mikrokontrolera w stan *PRACA CIĄGŁA*. Program zaczyna generować na wyjściu PA2 ciąg impulsów, które poprzez rezystor R5 podane są na bazę tranzystora T1 sterującego pracą nadajnika w.c.z. Jednocześnie ten stan pracy sygnalizowany jest świeceniem się diody D1 (kolor zielony). Jeżeli układ sterownika chcemy wykończyć do pracy grupowej razem z innymi sterownikami, powinniśmy przeprowadzić ich synchronizację. Synchronizujemy sterowniki poprzez jednoczesne naciśnięcie ich przycisków P2. Możemy to

wykonać łącząc wszystkie zaciski synchronizujące przewodem i naciskając przycisk P2 jednego ze sterowników. W wyniku naciśnięcia tego przycisku zostanie na wyprowadzeniu PB1 mikrokontrolerów podany niski poziom napięcia, co jest spełnieniem warunku *SYNCHRONIZACJA*. Następnym jest przejście mikrokontrolera w stan *PRACA GRUPOWA*. Program zaczyna generować na wyjściu PA2 - przez minutę - ciąg impulsów w odstępach pięciomilisekundowych. Ten stan pracy również sygnalizowany jest zapaleniem się diody D1 na kolor zielony.

Tak jak już wcześniej wspominałem, mamy możliwość wyboru rodzaju emitowanego sygnału (MOE, MOI, MOS, MOH, MO5).

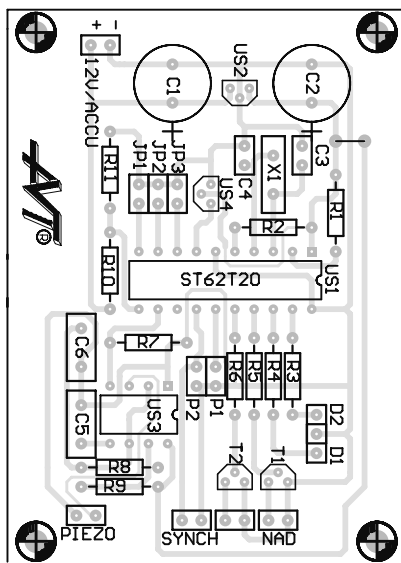
Dokonyjemy tego poprzez odpowiednie ustawienie zworek na wyprowadzeniach PB5, PB6, PB7. Aby układ wygenerował ciąg impulsów odpowiadających literom MOI (- - - **), należy na wejściu PB5 (JP3) i PB7 (JP1) założyć zworki, wejście PB6 (JP2) bez zwory.

Kombinację umieszczenia zworek dla generowania odpowiedniego sygnału zawarto w **tab. 1**. W przypadku emitowania sygnału MO5, kiedy JP1 jest bez zworki, ustawienia pozostałych zworek nie mają żadnego wpływu na generowany sygnał. Dopiero założenie JP1 powoduje uaktywnienie wejść PB5 i PB6.

Podczas pracy sterownika układ zabezpieczenia akumulatora nieustannie dokonuje pomiaru napięcia zasilającego. Na wejście PB4 przetwornika A/C podawane jest napięcie z dzielnika R10, R11. Po przetworzeniu na binarne słowo 8-bitowe *UBYTE*, wynik porównywany jest programowo ze stałą określającą próg napięcia dopuszczalnego na akumulatorze.

Tab. 1. Tabelka ustawień zworek.

	JP1	JP2	JP3
MOE	ZWORA	ZWORA	BRAK
MOI	BRAK	ZWORA	BRAK
MOS	ZWORA	BRAK	BRAK
MOH	ZWORA	ZWORA	ZWORA
MO5	DOWOLNIE	DOWOLNIE	ZWORA



Rys. 4. Schemat montażowy płytki sterownika.

Jeżeli wynik pomiaru jest większy od wartości progowej, dioda D1 świeci na zielono. W przypadku, kiedy wynik pomiaru napięcia na akumulatorze jest niższy od progowego, układ automatycznie wyłącza nadajnik i dioda LED D1 świeci na czerwono.

Generator podsłuchu sterowany jest z wyprowadzenia PB3 mikrokontrolera. Impulsy są zgodne z impulsami na bazie tranzystora T1. Generator zrealizowano zgodnie ze standardową aplikacją NE555 jako generator astabilny, który po podaniu na wejście wysokiego napięcia generuje na wyjściu ciąg impulsów. Częstotliwość możemy obliczyć ze wzoru:

$$f[\text{Hz}] = 1,49 / (R8 + R9[\Omega]) \times C5(\text{F})$$

Do wyjścia generatora podsłuchu podłączony jest przetwornik piezoelektryczny.

Montaż i uruchomienie układu

Z montażem nie powinniśmy mieć większych kłopotów. Niewielka liczba elementów użytych w projekcie oraz nieduże wymiary upraszczają konstrukcję w sposób istotny. Praktycznie po zaprogramowaniu mikrokontrolera i osadzeniu go w podstawce, sterownik może działać od razu. Wcześniej powinniśmy jednak dobrać wartość rezystancji rezystorów R11 i R10. Należy rezystory dobrać tak, aby na wyprowadzeniu mikrokontrolera PB4 (skonfigurowane jako wejście A/C) napięcie wynosiło 2,6..2,7V, przy maksymalnym napięciu zasilającym z akumulatora +13V. W wykazie elementów proponujemy wartości tych rezystorów. Jeżeli chcemy poeksperymentować, to możemy dobrać te wartości w następujący sposób: w miejsce rezystorów R10 i R11 wlotujemy potencjometry o wartości rezystancji około 47kΩ. Do wyprowadzenia 11 podstawki procesora podłączamy miernik napięcia. Regulowanym zasilaczem ustawiamy napięcie zasilania na 13V. Następnie suwakami potencjometrów dokonujemy regulacji aż do uzyskania napięcia o wartości 2,68V. Kolejnym krokiem jest ostrożne odlutowanie potencjometrów i pomiar omomierzem ustawionych rezystancji.

Wybieramy rezystory o wartości rezystancji zbliżonej do ustalonej na potencjometrach.

Układ najlepiej umieścić razem z nadajnikiem w.cz. w obudowie plastikowej, możliwie jak najbardziej kroploszczelnej. Na obudowie umieszczamy główny włącznik zasilania, diodę LED, przycisk

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R2: 2,2kΩ
R3, R4: 820Ω
R5, R6: 3,9kΩ
R7, R10*: 22kΩ
R8, R9: 100kΩ
R11*: 5,6kΩ

Kondensatory

C1: 470μF/25V
C2: 100μF/16V
C3, C4: 30pF
C5: 100nF
C6: 10nF

Półprzewodniki

T1, T2: BC238
D1: LED dwukolorowa
US1: ST62T20
US2: NE555
US3: 78L05
US4: DS1813

Różne

X1: kwarc 8MHz
Piezo: przetwornik piezoelektryczny (dowolny)

* wartości rezystorów należy dobrać

START i SYNCHRONIZACJA, zacisk synchronizacyjny oraz zacisk antenowy nadajnika. Dobierając obudowę musimy również uwzględnić miejsce na akumulator. Myślę, że układ zostanie zaakceptowany przez osoby i kluby zajmujące się radioorientacją sportową.

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-EP11/2000 w katalogu PCB.