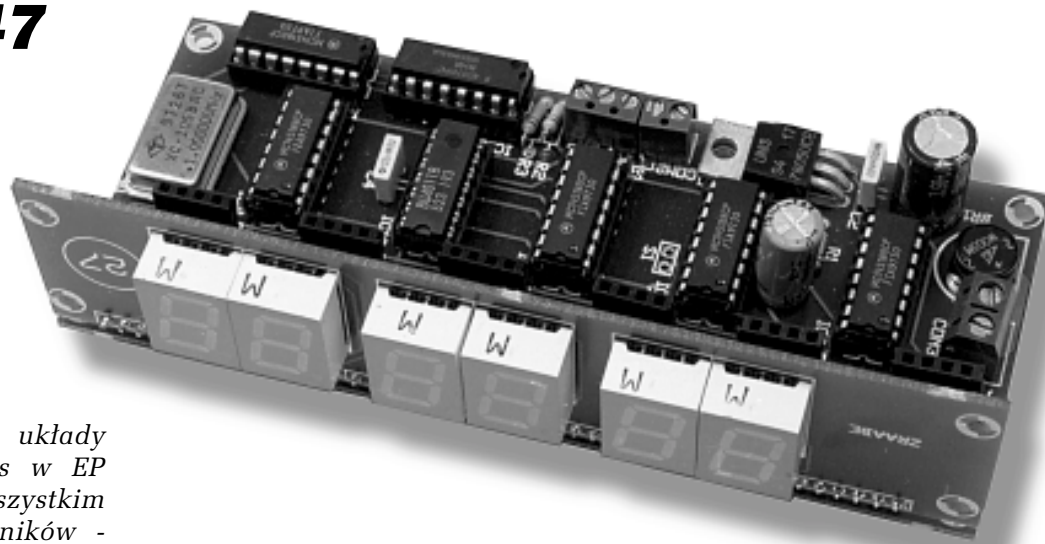


Stoper na szkolną olimpiadę, część 1

kit AVT-447



Trzeba przyznać, że układy publikowane dotychczas w EP zaspokajały przede wszystkim potrzeby elektroników - hobbystów i zawodowców, a pozostałe grupy zainteresowań były pomijane.

Przykładem słabo „dopieszczonych” grupy są sportowcy. Nie skonstruowaliśmy, jak dotąd, ani jednego urządzenia dedykowanego klubom sportowym i szkołom.

A przecież i w tej dziedzinie elektronika zajęła od dawna należne jej miejsce. Przecież obecnie żadne zawody sportowe nie mogą się odbyć bez jej udziału.

W pierwszej części prezentujemy opis podstawowego elementu urządzenia - cyfrowego licznika czasu.

Chciałbym zaproponować Czytelnikom budowę elektronicznego stopera do pomiaru czasu trwania biegów i innych dyscyplin sportowych rozgrywanych „na czas”. Z pewnością wielu z Was skwituje ten pomysł lekceważącym wrzuceniem ramion: jaki sens ma budowa układu, który można za kilka złotych kupić w każdym sklepie ze sprzętem sportowym? Do wyboru mamy rozmaite stopery: z odczytem analogowym i bardziej nowoczesne z odczytem cyfrowym.

To prawda, ale nie cała prawda. Nie słyszałem bowiem o stoperze, który włączałby się samoczynnie po wystrzale z pistoletu startowego. Nic mi także nie wiadomo, aby za niewielkie pieniądze można było kupić stoper, który samoczynnie zatrzymywałby się po przekroczeniu przez pierwszego zawodnika linii mety. Konia z rzędem temu, kto wskaże mi miejsce zakupu stopera, którego pole odczytowe umożliwiłoby obserwację wyników zawodów przez publiczność, z odległości kilkunastu czy nawet kilkudziesięciu metrów! Takie urządzenia są oczywiście produkowane i to przez czołowych produ-

centów sprzętu pomiarowego, ale koszt ich zakupu z pewnością przekracza możliwości małego klubu sportowego czy też szkoły o profilu sportowym. Tym właśnie użytkownikom dedykowane jest przede wszystkim proponowane urządzenie.

W artykule opiszemy układ stopera wyposażonego w typowe wyświetlacze LED i układy nim sterujące. Jest to wersja urządzenia przeznaczonego dla sędziego i nie umożliwiająca obserwacji wyników przez widzów. Ale już w poprzednim numerze EP, w dziale „Miniprojekty”, opisaaliśmy budowę uniwersalnego wyświetlacza o dużych rozmiarach, do współpracy z którym nasz stoper jest w pełni przygotowany.

Wystarczy wykonać prostą, dodatkową instalację i wyświetlony wynik biegu będzie widoczny dla publiczności zgromadzonej nawet na niewielkim stadionie. Wyświetlacz opisany w lipcowym numerze EP przyda się nam także wtedy, kiedy będziemy budować układ do wyświetlania wyników meczów.

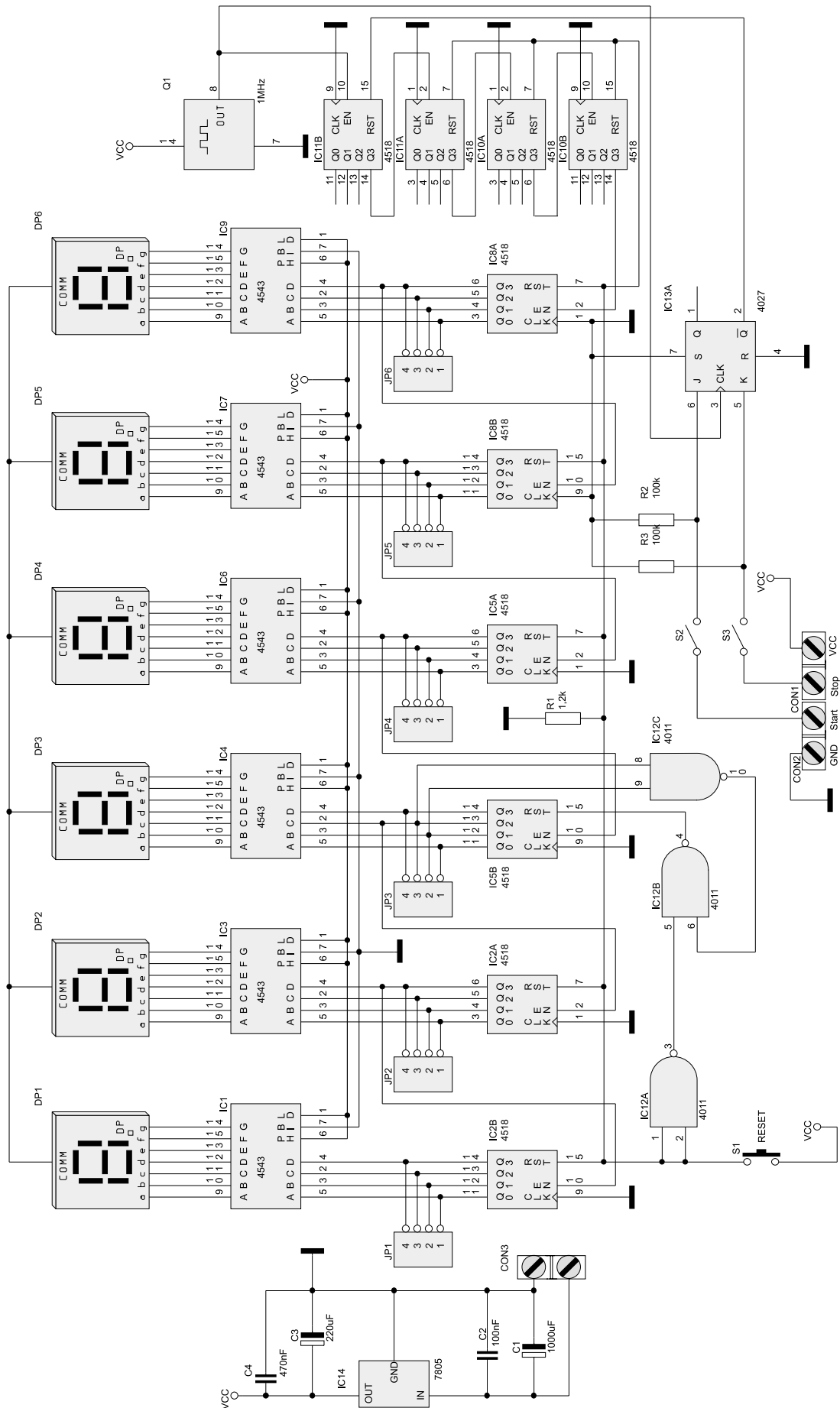
Proponowany układ odznacza się wielką prostotą i łatwością

wykonania. Został zaprojektowany tak, aby mogli go wykonać nie tylko elektronicy zawodowcy i amatorzy, ale także osoby bardziej pasjonujące się sportem niż techniką. Do wykonania urządzenia nie są potrzebne żadne kosztowne przyrządy pomiarowe, ani bogato wyposażony warsztat. Wystarczy umiejętność dobrego lutowania i trochę uwagi, aby wykonać precyzyjny przyrząd nie wymagający jakiegokolwiek uruchamiania czy regulacji. Zastosowane przy konstruowaniu stopera elementy są tanie i łatwo dostępne.

Opis działania

Schemat elektryczny głównego bloku stopera pokazano na rys. 1. Z pozoru schemat może wydawać się nieco skomplikowany, ale z pewnością każdy zauważy, że składa się on z kilku powtarzających się bloków funkcjonalnych. Omówimy je kolejno.

Pierwszym blokiem, odpowiedzialnym za precyzję działania urządzenia, jest generator kwarcowy Q1 wraz z dzielnikiem częstotliwości. W układzie zastosowano tani i łatwo dostępny generator o częstotliwości 1MHz. Ponieważ do sterowania stoperem potrzebna jest częstotliwość 100Hz,



Rys. 1. Schemat elektryczny stopera.

Podstawowe dane techniczne układu stopera:

- X Urządzenie umożliwia pomiar czasu w zakresie od 0,01 s do 99 min i 99,99 s z dokładnością 0,01 s, co wydaje się być zakresem całkowicie wystarczającym do oceniania wyników większości amatorskich spotkań sportowych.
- X Stoper może być uruchamiany za pomocą układu odbierającego huk strzału z pistoletu startowego. Nie wyklucza to, oczywiście, możliwości ręcznego uruchamiania stopera za pomocą przycisku.
- X Stoper może być zatrzymywany sygnałem z fotokomórki pracującej w podczerwieni. Przebiegię wiązki światła (w podczerwieni), np. przez pierwszego na mecie zawodnika, powoduje natychmiastowe zatrzymanie odliczania czasu. Także i w tym przypadku jest możliwe ręczne zatrzymanie stopera.
- X Zerowanie układu może być dokonane ręcznie, za pomocą przycisku.
- X Prezentacja wyników odbywa się na sześciocyfrowym wyświetlaczu LED. Specjalne złącza umożliwiają dołączenie do układu wyświetlaczy siedmiosegmentowych o bardzo dużych (wysokość 20 cm) wymiarach.
- X Układ stopera może być zasilany z dowolnego źródła napięcia stałego o wartości 7..16VDC, niekoniecznie stabilizowanego. Natomiast zastosowanie dużych wyświetlaczy wymaga dołączenia osobnego zasilacza o napięciu min. 24VDC i wydajności prądowej ok. 1,5A. Spełnienie tego warunku może być kłopotliwe przy zasilaniu układu z akumulatorów (w przypadku sędziowania zawodów rozgrywających się na stadionie, do którego nie doprowadzono instalacji elektrycznej 220VAC). Rozwiązaniem problemu może być bądź zastosowanie dwóch połączonych szeregowo akumulatorów 12V bądź przetwornicy 12/30VDC.

zastosowano prosty dzielnik częstotliwości przez 10000 zrealizowany na połączonych kaskadowo licznikach BCD IC10 i IC11. Na wyjściu Q3 licznika IC10B otrzymujemy sygnał o żądanej częstotliwości 100Hz.

Założmy teraz, że nasze urządzenie jest dołączone do zasilania i po naciśnięciu przycisku RESET wszystkie liczniki zostały wyzerowane. Pracuje jedynie generator kwarcowy dostarczając sygnał o częstotliwości 1MHz na wejście dzielnika częstotliwości i na wejście zegarowe przerzutnika J-K IC13A sterującego pracą dzielnika. Wejście Start stopera może być dołączone do wyjścia układu wykrywającego huk strzału pistoletu startowego i wstępnie

występuje na nim stan niski, wymuszony przez połączenie z masą za pomocą rezystora R2. Po strzale z pistoletu startowego na wejściu Start pojawi się na krótko stan wysoki, co spowoduje, że po nadejściu najbliższego dodatniego zbocza sygnału zegarowego na wejście CLK IC13A przerzutnik ten włączy się. Opóźnienie tego włączenia może w najgorszym przypadku dać błąd 0,000001s, co nie ma żadnego znaczenia w amatorskich, a nawet zawodowych spotkaniach sportowych. Konsekwencją włączenia przerzutnika IC13A będzie pojawienie się stanu niskiego na wejściu zerującym (RST) licznika IC11B i rozpoczęcie odmierzania czasu.

Liczniki IC8A i IC8B zliczają setne i dziesiąte części sekundy, a licznik IC5A pełne sekundy. Problem, na szczęście błahy, mieliśmy jedynie z kolejnym licznikiem odmierzającym dziesiątki sekund. Minuta ma bowiem 60 sekund, a więc licznik IC5B nie może liczyć do 10, ale musi być wyzerowany po osiągnięciu stanu „6“, czyli 0110_(BIN). Do wykrywania tego stanu służy bramka IC12C. Pojawienie się na wejściach tej bramki stanów wysokich spowoduje powstanie na jej wyjściu stanu niskiego, który po zanegowaniu przez bramkę IC12B spowoduje natychmiastowe wyzerowanie licznika IC5B i rozpoczęcie przez niego cyklu zliczania od początku. Kolejne liczniki zliczają minuty (IC2A) i dziesiątki minut - IC2B.

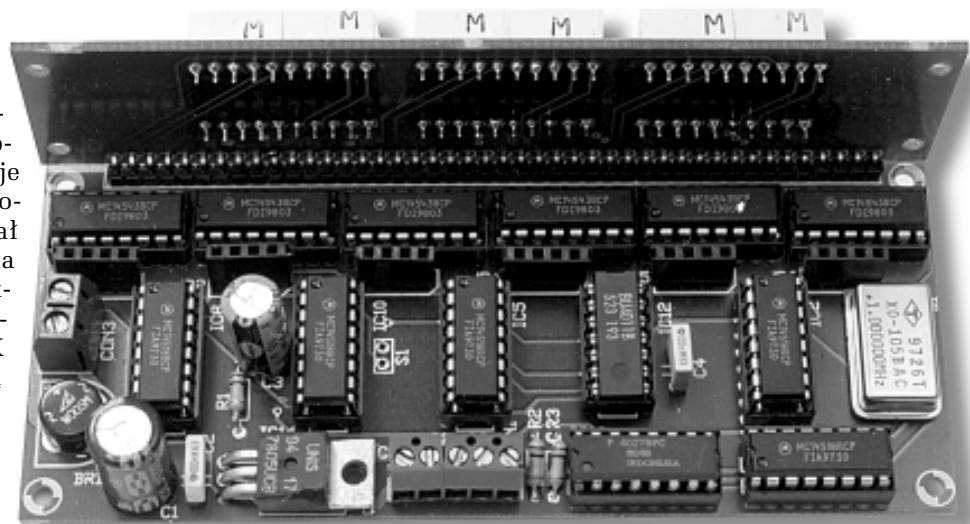
Pojawienie się w dowolnym momencie pracy stopera stanu wysokiego na wejściu Stop, zwykle doprowadzanego z wyjścia toru fotokomórki, spowoduje wyłączenie przerzutnika IC13A i doprowadzenie stanu wysokiego na wejście zerujące licznika IC11B, a w konsekwencji wstrzymanie zliczania. Zarejestrowany wynik będzie wyświetlany na wyświetlaczach DP1..DP6 aż do momentu jego skasowania za pomocą przycisku RESET.

Zwróćmy jeszcze uwagę na przełączniki S2 i S3. Przełącznik S2 powinien być zwarty tuż przed strzałem startera, a przełącznik S3 w momencie poprzedzającym osiągnięcie przez pierwszego zawodnika linii mety. Zastosowanie tych przełączników zapobiega przypadkowemu włączeniu stopera przez głośne dźwięki, o które nie trudno na stadionie sportowym. Uniemożliwia ono także wyłączenie odliczania przez osobę, która mogłaby przypadkowo przejść przez linię mety, co mogłoby się zdarzyć w przypadku biegów na dłuższe dystanse.

Złącza JP1..JP6 służą do dołączenia do układu dodatkowych wyświetlaczy o dużych rozmiarach. Sposób ich włączenia został szczegółowo opisany w poprzednim numerze EP (7/98).

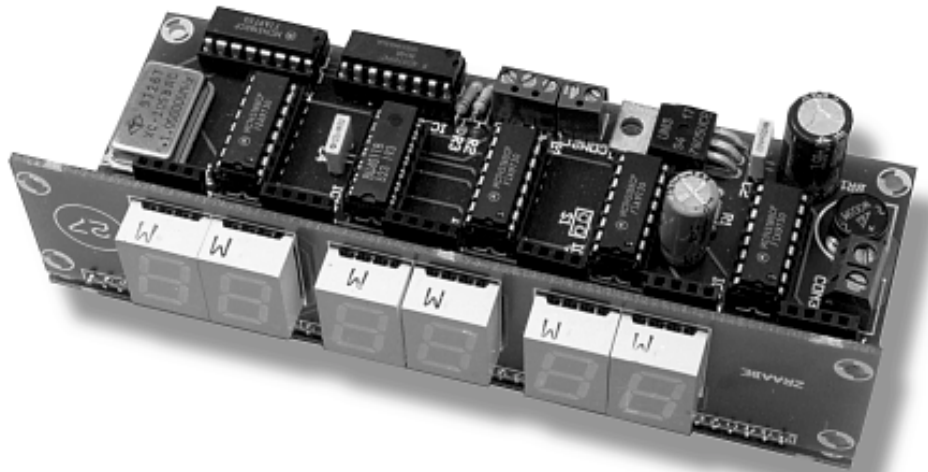
Układ zasilany jest z zasilacza stabilizowanego, zbudowanego z wykorzystaniem scalonego stabilizatora 7805 - IC14.

Zbigniew Raabe, AVT



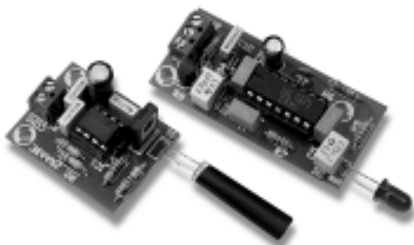
Stoper na szkolną olimpiadę, część 2

kit AVT-447



Kończymy prezentację konstrukcji elektronicznego stopera, który idealnie nadaje się do stosowania podczas szkolnych zawodów sportowych.

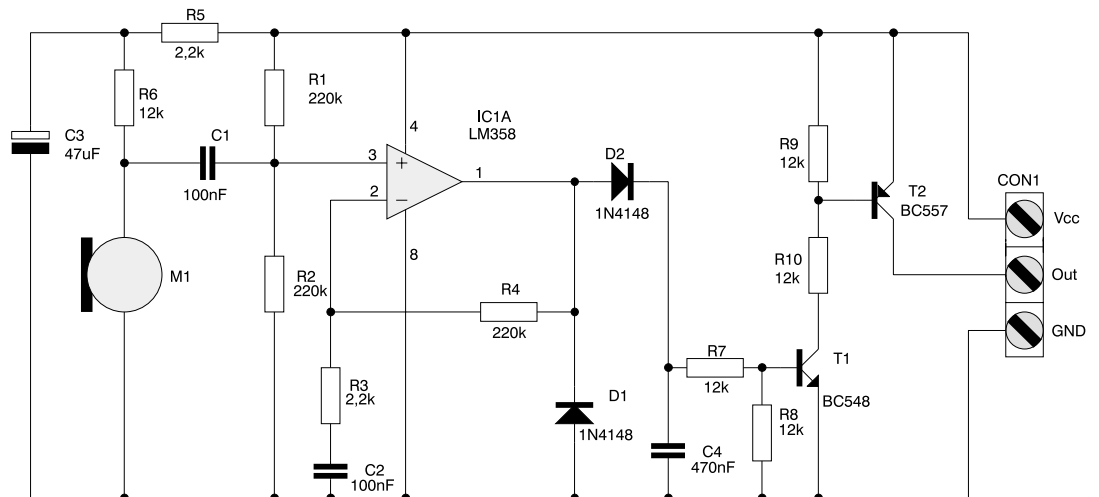
W drugiej części artykułu opisujemy detektor strzału, elektroniczną fotokmórkę oraz sposób wzajemnego połączenia ze sobą wszystkich elementów urządzenia tak, aby stanowiło ono doskonale działającą całość.



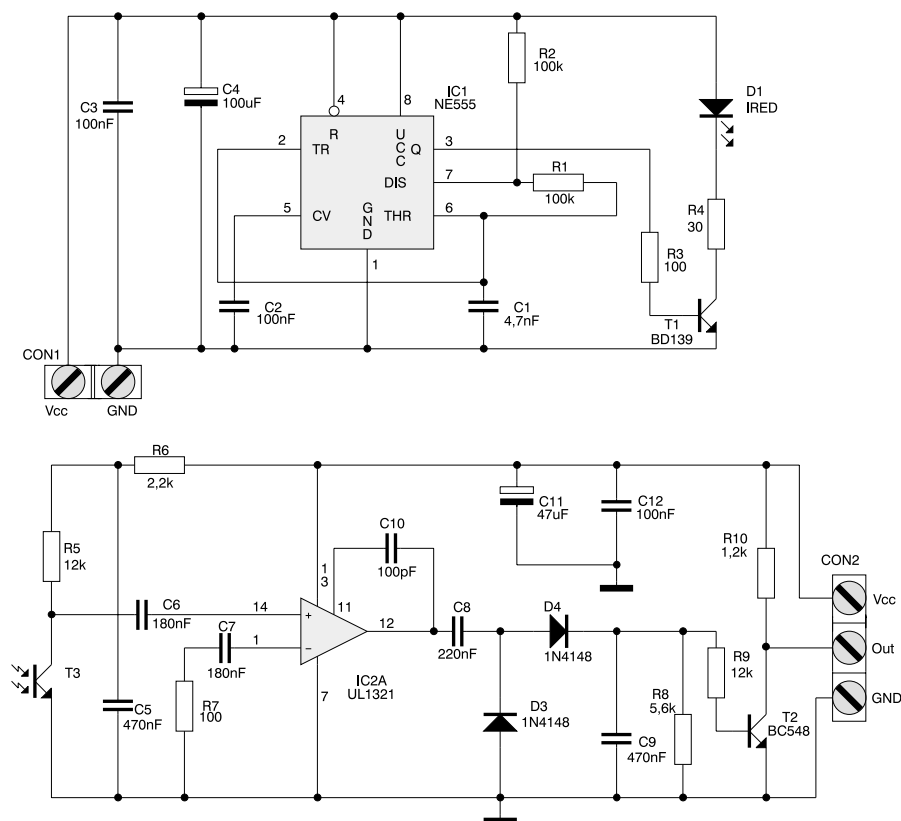
Na rys. 2 przedstawiono schemat elektryczny układu wyzwalającego stoper, którego zadaniem jest wykrycie strzału oddanego przez startera i przekazanie informacji o tym fakcie do układu głównego. Odebranie przez mikrofon elektretowy M1 dostatecznie silnego sygnału, który następnie zostanie wzmacniony przez wzmacniacz zbudowany z wykorzystaniem układu IC1A - LM358, spowoduje naładowanie kondensatora C4 i przewodzenie tranzystora T1. Baza tranzystora T2 zostanie spolaryzowana i w efekcie na wejście Start układu stopera doprowadzony zostanie wysoki poziom napięcia (Vcc) po-

wodując włączenie odliczania. Zastosowanie wzmacniacza typu LM358, zamiast typowego układu w rodzaju TL0X1, zostało podyktowane faktem, że może on pracować przy stosunkowo niskim napięciu zasilania, jakie otrzymujemy z wyjścia VCC bloku głównego stopera. Rezystory R4 i R3 decydują o wzmacnieniu IC1 (R4/R3 + 1) dla sygnału zmiennego i zmieniając ich wartości możemy w szerokim zakresie regulować czułość układu wyzwalania stopera.

Kolejnym, ostatnim elementem układu stopera jest układ fotokomórki, którego schemat pokazano na rys. 3. Górna część



Rys. 2. Schemat elektryczny detektora strzału.



Rys. 3. Schemat elektryczny fotokomórki.

rysunku przedstawia schemat nadajnika wiązki podczerwieni, a dolna odbiornika. Nadajnik został zbudowany z wykorzystaniem układu NE555, który wytwarza ciąg impulsów prostokątnych doprowadzanych następnie do bazy tranzystora T1. Tranzystor ten zasila diodę nadawczą D1 za pośrednictwem rezystora R4 ograniczającego płynący przez nią prąd.

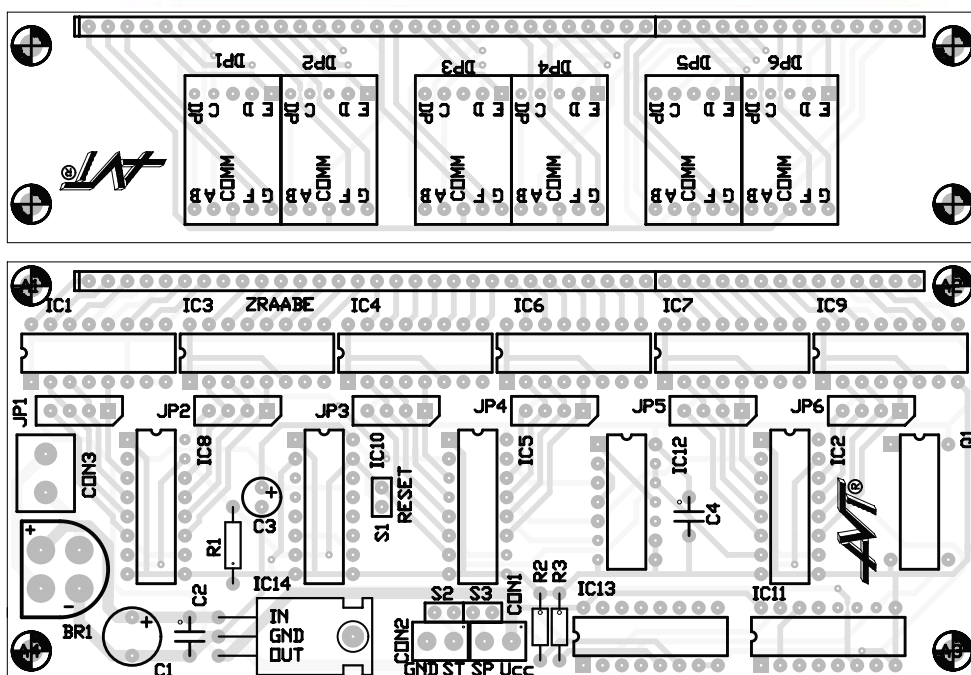
Układ odbiornika fotokomórki także nie wymaga szczegółowego komentarza. Ciąg impulsów nadawanych w podczerwieni jest odbierany przez fototranzystor T3 i po wzmocnieniu sygnału przez wzmacniacz napięciowy IC2A jest poddawany detekcji w układzie z diodami D3 i D4. Jeżeli ciąg impulsów jest odbierany, to kondensator C9 ładuje się do napięcia umożliwiającego przewodzenie tranzystora T2. Jeżeli ciąg impulsów zostanie przerwany (przez zawodnika mijającego linię mety), to tranzystor ten przestanie przewodzić i na wejściu Stop bloku głównego stopera zo-

stanie wymuszony stan wysoki, co spowoduje natychmiastowe wstrzymanie odliczania czasu.

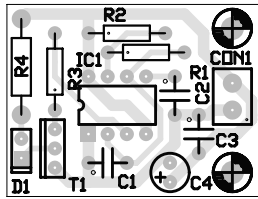
Montaż i uruchomienie

Na rys. 4, 5, 6 i 7 pokazano rozmieszczenie elementów na wszystkich płytkach wchodzących w skład stopera. Mozaiki ścieżek przedstawiono na wkładce wewnętrznej numeru.

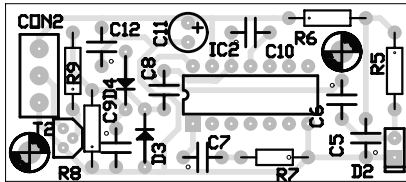
Montaż rozpoczniemy od bloku głównego i tu od razu napotkamy niespodziankę. Otóż, na rysunku płytki podzielonej na dwie części widzimy jakies, nie pokazane na schemacie, złącze. Zaraz sobie to wszystko wyjaśnimy. Blok główny stopera został dla wygody umieszczony na dwóch płytkach: jednej, zawierającej wyłącznik wyświetlacze siedmiosegmentowe LED i drugiej, z całą, pozostałą częścią układu. Taki podział płytek powinien w znacznej mierze ułatwić umieszczenie układu w stosownej obudowie. Natomiast uwidocznienie takiego podziału pły-



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce stopera.



Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na płytce nadajnika fotokomórki.



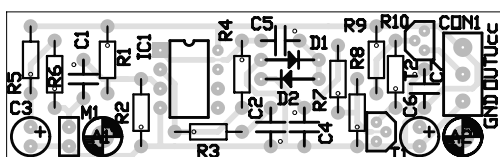
Rys. 6. Rozmieszczenie elementów na płytce odbiornika fotokomórki.

tek na schemacie jedynie gmatwałoby niepotrzebnie rysunek, nie wnosząc niczego nowego do jego zrozumienia.

Montaż układu bloku głównego stopera wykonujemy w typowy i wielokrotnie opisywany sposób. Pod układy scalone warto zastosować podstawki, a po zmontowaniu obydwóch płytek należy je połączyć w jedną całość za pomocą kątownego złącza typu GOLDPIN. Taki sposób montażu zapewni pewne połączenie płytek, z zachowaniem kąta prostego pomiędzy nimi.

Montaż płytek układu wykrywającego strzał pistoletu startowego i fotokomórki także nie nastęrczy większego kłopotu. Chciałbym natomiast przekazać Czytelnikom kilka praktycznych wskazówek dotyczących ich prawidłowego obudowania i umieszczenia podczas dokonywania pomiarów czasu.

Płytkę detektora strzału najlepiej umieścić wewnątrz odcinka rurki z tworzywa sztucznego o odpowiedniej średnicy, z jednej strony zamkniętej. Całość można zamocować na statywie z wysięgnikiem, podobnym do stosowanych do mocowania mikrofonów i umieścić jak najbliżej stanowiska startowego. Umieszczenie mikrofonu w rurce da pewien efekt kierunkowości, co zapobiegnie



Rys. 7. Rozmieszczenie elementów na płytce detektora strzału.

WYKAZ ELEMENTÓW

Blok główny układu stopera

Rezystory

R1: 1,2kΩ
R3, R2: 100kΩ

Kondensatory

C1: 1000μF/16V
C2, C4: 100nF
C3: 220μF/10V

Półprzewodniki

DP1..DP6: wyświetlacz siedmiosegmentowy LED wsp. anoda
IC1, IC3, IC4, IC6, IC7, IC9: 4543
IC2, IC5, IC8, IC10, IC11: 4518
IC12: 4011
IC13: 4027
IC14: 7805

Różne

CON1, CON2, CON3: ARK2 (3,5mm)

JP1, JP2, JP3, JP4, JP5, JP6: 4 goldpin

Q1: generator kwarcowy 1MHz

S1: przycisk typu RESET

S2, S3: przełącznik dźwigienkowy

Fotokomórka

Rezystory

R1, R2: 100kΩ
R3, R7: 100Ω
R4: 30Ω/0,9W
R5, R9: 12kΩ
R6: 2,2kΩ
R8: 5,6kΩ
R10: 1,2kΩ

Kondensatory

C1: 4,7nF
C2, C3: 100nF/10V

C4: 100μF/10V

C5, C9: 470nF

C6, C7, C8: 180nF

C10: 100pF

C11: 47μF/10V

C12: 100nF

Półprzewodniki

D1: IRED

D3, D4: 1N4148

IC1: NE555

IC2: UL1321

T1: BD139 lub podobny

T2: BC548 lub podobny

T3: fototranzystor

Różne

CON1: ARK2 (3,5mm)

CON2: ARK3 (3,5mm)

Detektor odgłosu strzału

Rezystory

R1, R2, R4: 220kΩ

R3, R5: 2,2kΩ

R6, R7, R8, R9, R10: 12kΩ

Kondensatory

C1, C2: 100nF

C3: 47μF/10V

C4: 470nF

Półprzewodniki

D2, D1: 1N4148 lub odpowiednik

IC1: LM358

T1: BC548 lub odpowiednik

T2: BC557 lub odpowiednik

Różne

CON1: ARK3 (3,5mm)

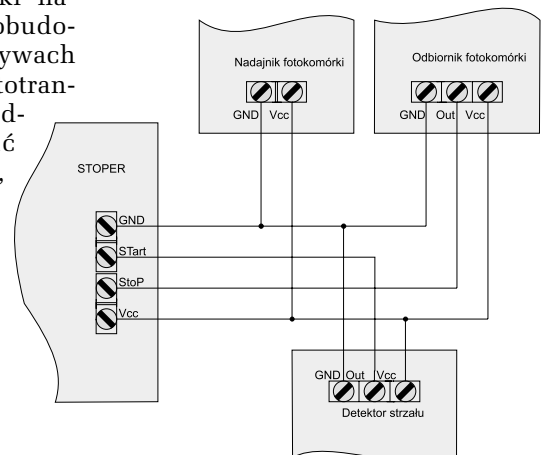
M1: mikrofon elektretowy

uruchomieniu stopera głośnym dźwiękiem innym niż strzał z pistoletu startowego.

Płytki układu fotokomórki należy zamocować w dwóch obudowach i umieścić na statywach o identycznej wysokości. Fototranzystor odbiornika toru podczerwieni należy osłonić przed światłem widzialnym, najlepiej umieszczając go wewnątrz rurki o średnicy wewnętrznej 5 mm.

Na rys. 8 pokazano schemat połączenia wszystkich części składowych stopera: bloku głównego, fotokomórki i detektora strzału.

Zbigniew Raabe, AVT



Rys. 8. Sposób połączenia poszczególnych modułów.