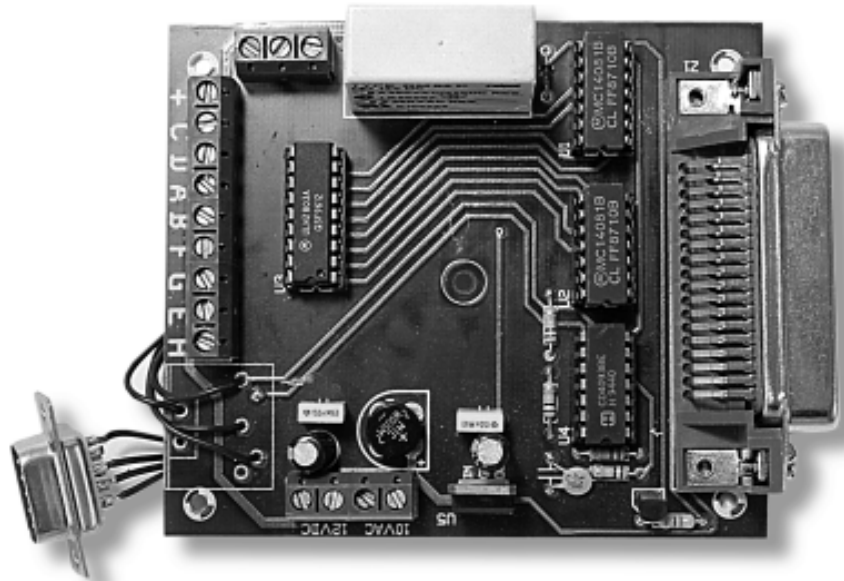


Komputerowa strzelnica sportowa

kit AVT-342

Sport strzelecki zawsze cieszył się wielką popularnością wśród młodzieży i osób dorosłych.

Ostatnie sukcesy naszej uroczej Złotej Medalistki na Olimpiadzie w Atlancie z pewnością przyczynią się do wzrostu popularności tej dyscypliny sportu. Jednak strzelectwo, traktowane nie jako sport wyczynowy, ale jako rozrywka i znakomita forma rekreacji, napotyka w naszym kraju na dwie poważne przeszkody. Pierwszą jest wysoka cena broni sportowej, a drugą mało życiowe przepisy. Lekarstwo na te problemy przedstawiamy w artykule.



Zrozumiałe jest, że posiadanie broni palnej, której użycie może zagrozić życiu człowieka musi być ściśle kontrolowane i tak jest w większości krajów świata. Natomiast traktowanie sportowych wiatrówek jako śmiertelnej broni, na której posiadanie musimy uzyskać zgodę policji jest, oględnie mówiąc, nieporozumieniem.

Dopóki jednak przepisy nie zostaną zmienione, musimy jakoś sobie radzić. Nawet szczęśliwi posiadacze broni sportowej narzekają przecież na wysokie koszty amunicji. A może wszechobecna elektronika coś na to poradzi?

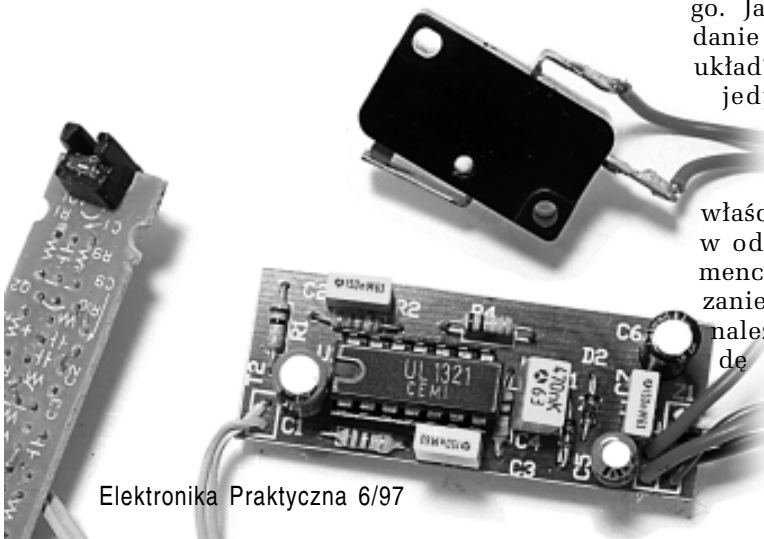
Wykonanie elektronicznej strzelnicy nie okazało się żadnym problemem, a jej walory użytkowe będą zależeć wyłącznie od wykonania części mechanicznej - układu optycznego. Jakże właściwie zadanie ma spełniać nasz układ? To proste: musi jedynie sprawdzić, czy lufa broni została dokładnie skierowana we właściwe miejsce i to w odpowiednim momencie. Idealne rozwiązanie nasuwa się samo: należy zastosować diody laserowe przymo-

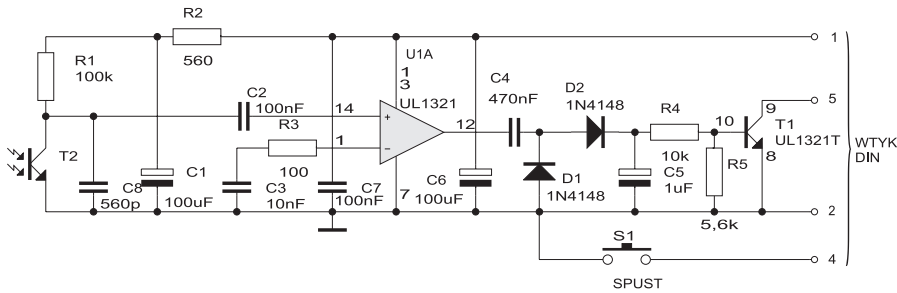
cowaną do lufy broni lub jej imitacji, a skonstruowanie układów odbiorczych umieszczonych w tarczach będzie już drobiazgiem. Tak, takie rozwiązanie z pewnością jest idealne pod względem technicznym i użytecznym, ale... nie ekonomicznym. Diody laserowe z odpowiednim układem optycznym są horrendalnie drogie. Koszt takiej diody znacznie przekracza obecnie 100zł (nowych). Doliczywszy do tego pozostałe elementy, koszt części do całego zestawu przekroczyłby być może 200zł!

Opis układu

Na początek dwie wiadomości: jedna taka sobie, a druga dobra. Zaczniemy od pierwszej - proponowany układ nie może istnieć i działać bez komputera! Druga wiadomość pocieszy z pewnością wielu Czytelników: może to być zupełnie dowolny komputer wyposażony w złącze standardu CENTRONICS, nawet muzealny AT czy w geście rozpaczy wyciągnięty ze składnicy złomu XT.

Co spowodowało, że zdecydowano się przenieść całą „inteligencję” strzelnicy do wnętrza komputera PC? Ano, między innymi, względny ekonomiczny! W EdW, młodszej siostrze EP, mamy





Rys. 2. Schemat elektryczny odbiornika.

programu. Autor uważa się za bardzo marnego programistę i jest absolutnie pewien, że wielu Czytelników napisze o wiele ciekawsze programy obsługujące naszą strzelnicę. Widzicie teraz, ile miejsca dla wyobraźni pozostawia połączenie komputera ze stosunkowo prostym układem wykonawczym.

Z pewnością wielu Czytelników jest zaniepokojonych propozycją podłączania tak nietypowych układów peryferyjnych do ich kosztownego sprzętu. Nie obawiajcie się, przy starannym wykonaniu układu nic złego nie może się stać. Dla szczególnie ostrożnych użytkowników PC podamy w dalszej części artykułu informację, jak zabezpieczyć się przed niesłychanie mało prawdopodobnym uszkodzeniem komputera.

W wersji najprostszej, z nieskomplikowanym układem optycznym (pistolet do gier telewizyjnych), strzelnica służy w zasadzie dobrej zabawie. Jeżeli jednak wykonamy lub zastosujemy gotowy układ optyczny dobrej jakości, to nasze urządzenie może prawdopodobnie posłużyć do bardziej ambitnych zadań: szkolenia sportowców czy pracowników ochrony.

Jak to działa?

Schemat elektryczny głównego bloku układu został pokazany na rys. 1. Już na pierwszy rzut oka widać, jak wiele osiągnęliśmy, wykorzystując komputer do sterowania naszym układem. Składa się on jedynie z kilku, bardzo tanich i ogólnie dostępnych, układów scalonych i kilku elementów dyskretnych. Często opisując jakikolwiek układ elektroniczny używaliśmy sformułowania "sercem układu jest..". Tu niczego takiego nie ma, sercem układu jest komputer, a nasz układ ma za zadanie jedynie przesłanie mu potrzebnych informacji i zasilanie ukła-

dów wykonawczych.

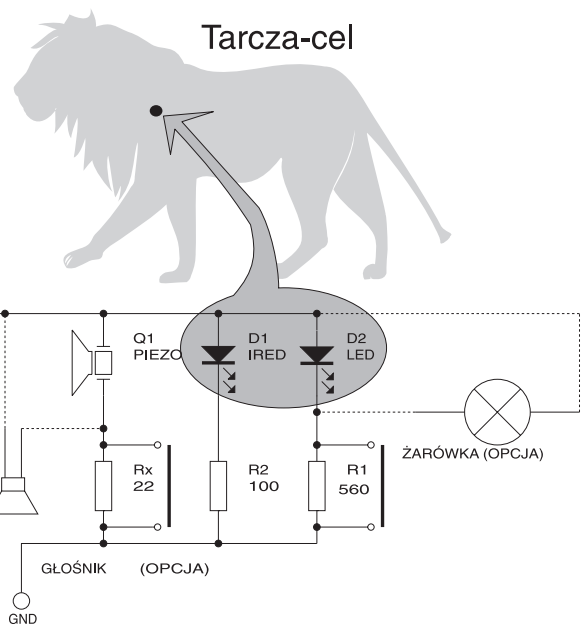
Zacznijmy od trzech bramek 4093 widocznych w górnej części schematu. Ich zadaniem jest przekazanie do wejść interfejsu komputerowego CENTRONICS informacji o tym, czy nacisnęliśmy spust broni (bramka U4C) i czy lufa była dokładnie wycelowana w tarczę (U4B). Informacje te są przekazywane z odbiornika podczerwieni umieszczonego wewnątrz makiety broni, którego konstrukcję opiszemy za chwilę. Bramka U4D pracuje jako generator przebiegu prostokątnego o częstotliwości dość dowolnej: może ona mieścić się w zakresie od 6 do 10 kHz, nie może jednak być wyższa niż częstotliwości akustyczne. Przebieg prostokątny jest podawany z wyjścia U4D na osiem wejść bramek U1 i U2. Pozostałe wejścia tych bramek są połączone z szyną danych portu CENTRONICS. Są to bramki typu AND, tak więc poziom wysoki może wystąpić na ich wyjściach wtedy i tylko wtedy, kiedy na obydwóch wejściach mamy stany logiczne 1. Podczas oczekiwania na uaktywnienie tarczy, na wszystkich wyjściach danych panuje stan niski i wszystkie bramki są zamknięte (niski poziom napięcia na wyjściach). Podczas strzelania na jednym, losowo wybranym wyjściu szyny danych pojawia się na pewien czas stan wysoki. Powoduje to otwarcie (wysoki poziom napięcia na wyjściu) połą-

czoney z tym wyjściem bramki i przewodzenie jednego z zawartych w strukturze układu U3 - ULN2803 tranzystorów Darlingtona. Tranzystor ten, o dopuszczalnym prądzie kolektora 500mA, impulsowo zasila układy wykonawcze umieszczone w tarczach.

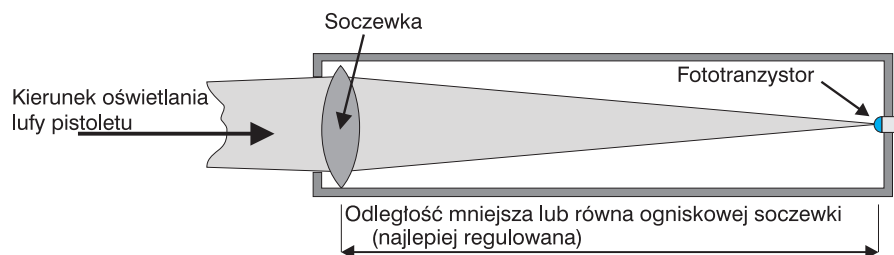
Przełącznik PK1 służy włączaniu oświetlenia w pomieszczeniu w momentach uaktywniania się tarcz. Zasilający go tranzystor T1 jest sterowany z wyjścia STROBE portu dwukierunkowego interfejsu CENTRONICS. W tej wersji układu czwarta bramka U4A nie wykonuje żadnej funkcji, ale może być również wykorzystana. Po prostu pozostała nam jedna wolna bramka i na wszelki wypadek połączyliśmy ją z wejściem ERROR interfejsu. Połączenie to może zostać wykorzystane przy tworzeniu bardziej rozbudowanych programów (np. z sygnalizacją gotowości do rozpoczęcia ćwiczeń za pomocą osobnego przycisku umieszczonego w mackie broni).

Reszta układu to tylko typowy zasilacz stabilizowany 5VDC. Cały układ może być zasilany napięciem przemiennym z przedziału 10..12VAC (wejście Z5), lub też napięciem stałym 12...15V dołączonym do wejścia Z7.

Przejdźmy teraz do opisu drugiego układu wchodzącego w skład naszej strzelnicy - odbiornika podczerwieni. Schemat tego prostego układu jest widoczny na rys. 2.



Rys. 3. Schemat elektryczny modułu nadawczego.



Rys. 4. Sposób wykonania lufy pistoletu.

Wykorzystano tu znany już nam od dawna popularny i tani układ scalony UL1321. Zawiera on dwa przedwzmacniacze i jeden tranzystor NPN. Do naszych celów, pomimo że jeden przedwzmacniacz pozostanie niewykorzystany, nadaje się idealnie. W momencie wycelowania układu optycznego w tarczę tranzystor T2 zostaje oświetlony wiązką modulowanej podczerwieni i na jego kolektorze powstanie przebieg zmienny o niewielkiej amplitudzie. Zostaje on następnie wzmocniony przez U1A i poddany detekcji w układzie z diodami D1 i D2 i kondensatorem C5. W momencie, kiedy kondensator C5 naładuje się do wymaganego poziomu, tranzystor T1 zacznie przewodzić zwierając wejście połączonej z jego kolektorem bramki U4B do masy, a tym samym przekazując na wejście interfejsu CENTRONICS informację o prawidłowym wycelowaniu broni.

Przycisk S1 jest połączony ze spustem (błagam: nie cynglem) broni. Zwarcie go do masy spowoduje powstanie stanu wysokiego na wyjściu bramki U4C, co poinformuje komputer, że zdecydowaliśmy się na strzał.

Ostatnimi elementami układu strzelnicy są moduły wykonawcze, które umieścimy w centrum tarcz. Jest ich osiem, a schemat pojedynczego modułu pokazuje rys. 3. Elementem podstawowym modułu jest oczywiście dioda podczerwona (IRED) D1 zasilana przez rezystor szeregowy R2. Dioda D2 jest elementem sygnalizującym uaktywnienie danej tarczy i może być zastąpiona przez żarówkę o niewielkiej mocy. Jeżeli zastosujemy żarówkę, to rezystor R1 musimy zastąpić zwraną. Trzecim elementem modułu wykonawczego tarczy jest membranka piezo, także sygnalizująca uaktywnienie konkretnej tar-

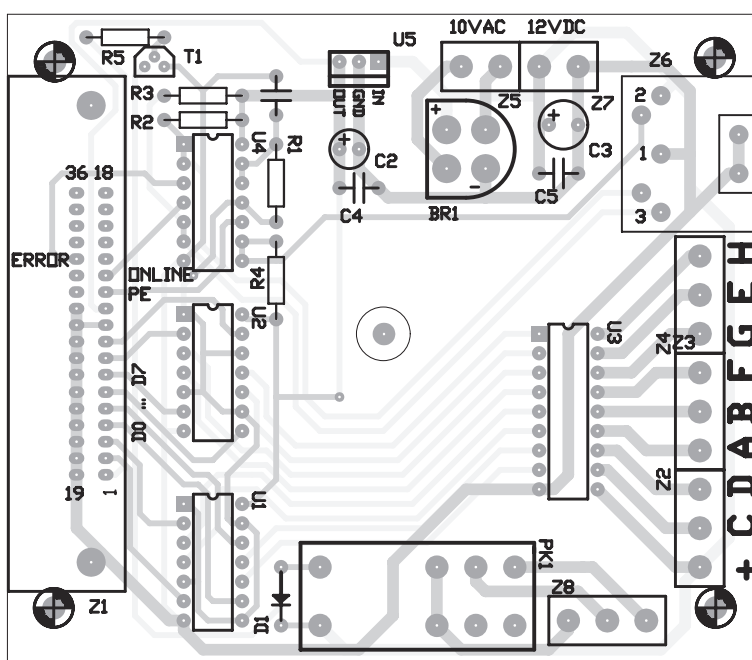
czy. I tu również mamy możliwość modyfikacji układu: jeżeli sygnał generowany przez membrankę piezo okaże się za słaby, to możemy zastąpić ją małym głośniczkiem. W takim wypadku musimy jednak zastosować rezystor Rx zabezpieczający głośnik przed przeciążeniem.

Montaż, uruchomienie i sposoby programowania

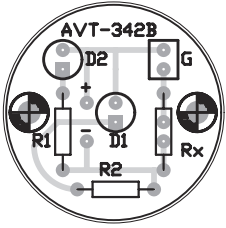
Mozaika ścieżek płytek drukowanych i rozmieszczenie elementów pokazane są na rys. 4, 5 i 6. Montaż wszystkich bloków układu nikomu nie przysporzy kłopotu. Wykonujemy go klasyczną metodą, rozpoczynając od elementów najmniejszych. Nieco uwagi musimy poświęcić prawidłowemu włożeniu w płytke złącza CENTRONICS. Posiada ono aż 36 dość delikatnych wyprowadzeń i należy uważać, aby nie zgiąć żadnego z nich. Jeżeli będziemy nasz układ zasilac napięciem stałym z przedziału 12..15VDC, to nie musimy montować prostownika M1. Tu na

marginesie drobna uwaga dotycząca zasilania układu. Nasza strzelnica musi współpracować z komputerem i w zasadzie nie ma przeszkód, aby była także z niego zasilana. Wymaga to jednak ingerencji we wnętrze komputera, dorobienia dodatkowego złącza i przewodów z bezpiecznikami. W przypadku nieumiejętnego przeprowadzenia tych prac istnieje możliwość awarii zasilacza komputera, a w najlepszym wypadku przepalenia bezpiecznika umieszczonego wewnątrz zasilacza, którego wymiana jest niezwykle kłopotliwa. Dlatego nie podajemy żadnych wskazówek, jak należy podłączyć się do zasilacza komputera. Ci Koledzy, których wiedza i umiejętności pozwolą na wykonanie takiej operacji, świetnie poradzą sobie bez tych wskazówek. Pozostali niech lepiej zastosują gotowy lub wykonany samodzielnie zasilacz sieciowy lub baterijny.

Po tej małej dygresji wracajmy do naszego układu. Z obudowaniem głównego modułu strzelnicy nie będzie żadnego kłopotu. Mamy gotową obudowę, pod którą została zwymiarowana płytka (KM-35B). Tarcze możemy wykonać całkowicie dowolnie, np. z kawałków tektury formatu A4. Na pięciu tarczach umieszczamy wizerunki wyjątkowo antypatycznych postaci w rodzaju Al Capone czy

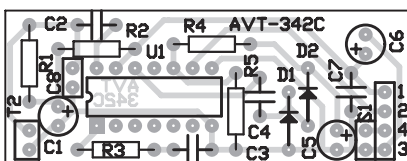


Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na płytce interfejsu.



Rys. 6. Rozmieszczenie elementów na płytce nadajnika.

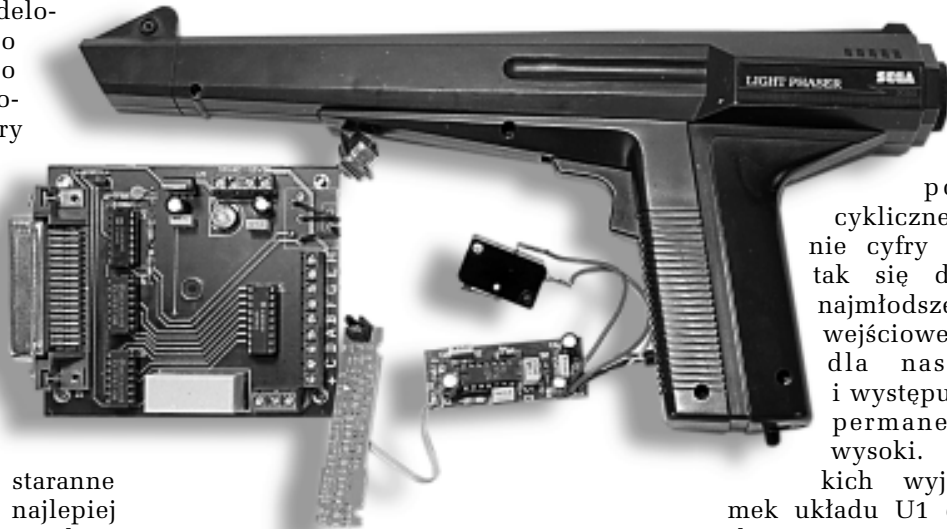
też Lucky Luciano (EP nie zajmuje się polityką, nie podajemy więc innych możliwości). Na pozostałych trzech tarczach namalujemy z kolei wizerunki policjantów, niewinnych pańienek (skąd tu wziąć modelki?) czy też innych osób, których zastrzelenie dyskwalifikuje każdego policjanta. W tarczach wykonujemy małe otwory na diody IRED i LED, a moduły wykonawcze jakoś mocujemy do tarcz. Problemy zaczną się dopiero z obudowaniem układu odbiorczego. W układzie modelowym autor poszedł po linii najmniejszego oporu i zastosował gotowy pistolet od gry telewizyjnej. Jest to rozwiązanie najprostsze, ale jakość układu optycznego pozwala jedynie na zastosowanie strzelnicy do zabawy i ćwiczenia refleksu. Rozwiązaniem najlepszym byłoby samodzielne, staranne wykonanie optyki, najlepiej z zastosowaniem niepotrzebnego obiektywu (np. od kamery 16mm). Z takim układem optycznym uzyskalibyśmy duży zasięg i wielką precyzję „strzałów“. Możliwe jest także zastosowanie pojedynczej soczewki, ponieważ jedną z głównych wad takiego „obiektywu“, jaką jest aberracja chromatyczna, nie musimy się martwić. Rozsądnym kompromisem pomiędzy precyzją układu, a jego wymiarami byłoby zastosowanie soczewki lub obiektywu o ogniskowej ok. 10..15cm. Układ



Rys. 7. Rozmieszczenie elementów na płytce odbiornika.

optyczny może zostać wbudowany w lufę makiety broni lub też zamocowany nad nią (tak, jak celowniki optyczne i laserowe). W tym drugim przypadku do treningu możemy zastosować autentyczną broń.

A teraz najważniejsze: jak to wszystko uruchomić? Najpierw podłączamy tarcze do modułu głównego strzelnicy. Użyjemy dwużyłowych przewodów o długości właściwej dla pomieszczenia, w którym będziemy prowadzić trening. Przy zastosowaniu pistoletu od gry telewizyjnej maksymalna odległość strzelania wynosiła ok. 6m, ale w przypadku użycia doskonalszego układu optycznego może być ona znacznie większa. Do wyjść układu F, G i H dołączamy tarcze, do których nie wolno strzelać. Przewód (4-żyłowy) pro-



wadzący do układu odbiorczego dołączamy do modułu głównego za pomocą wtyku typu DIN. Na koniec, za pomocą kabła drukarkowego łączymy moduł główny z komputerem i dopiero teraz włączamy zasilanie, zarówno strzelnicy, jak i komputera.

Nowoczesne płyty główne posiadają z zasady wbudowany interfejs CENTRONICS. Uszkodzenie tego interfejsu wiąże się z koniecznością wymiany całej, niekiedy bardzo kosztownej płyty. Dlatego też, pomimo że uszkodzenie portu wejściowego przez nasz układ jest niesłychanie mało prawdopodobne, wyjątkowo przezornym Kolegom polecamy zastosowanie jako swojego rodzaju „bufora“ kart MULTI I/O lub kontrolera dysku twardego z wbu-

dowanym interfejsem CENTRONICS. W przypadku awarii uszkodzeniu ulegnie kosztująca obecnie kilka złotych karta, a nie płyta komputera.

Aby sprawdzić czy wszystko w układzie gra, potrzebny będzie jakikolwiek interpreter języka BASIC, np. QBASIC dostarczany razem z systemem operacyjnym DOS. Następnie napiszemy krótki programik służący testowaniu układu naszej strzelnicy:

```
100 OUT &H378, 1|REM
Ustawienie stanu 00000001
na szynie danych interfejsu
1000 PRINT INP(&H379) REM
Cykliczne odczytywanie
stanu portu wejściowego
1100 GOTO 1000
```

Uruchamiamy program i na ekranie powinno rozpocząć się

cykliczne wyświetlanie cyfry 7. Dlaczego tak się dzieje? Trzy najmłodsze bity portu wejściowego nie są dla nas dostępne i występuje na nich permanentny stan wysoki. Na wszystkich wyjściach bramek układu U1 dołączonych do portu wejściowego mamy na razie stan niski. Na dwóch nie wykorzystywanych wejściach portu został wymuszony stan niski przez zwarcie wejścia ACK\ do masy, a wejścia odwracającego BUSY do plusa zasilania. A więc wszystko się zgadza: $00000111_{(BIN)} = 7_{(DEC)}$. Jeżeli naciśniemy teraz na spust broni, to na ekranie powinno rozpocząć się wyświetlanie liczby 39. Z kolei wycelowanie układu optycznego w stronę aktywnej tarczy (jest nią w tej chwili tarcza dołączona do wyjścia A układu) spowoduje wyświetlenie liczby 23, a naciśnięcie w tym momencie spustu liczby 55. Uważni Czytelnicy proszeni są o samodzielne przeanalizowanie, dlaczego tak się dzieje.

Jeżeli wszystko przebiegało zgodnie z powyższym opisem, to możemy nasz układ uważać za

sprawdzone. Ale jeszcze chwilę, zapomnieliśmy o przekaźniku PK1 umieszczonym w module głównym układu! Przekaźnik ten może służyć do wyłączania i włączania światła w pomieszczeniu, co znakomicie utrudnia strzelanie.

To wszystko, co do tej pory napisano, wystarcza do wykonanie układu i posługiwania się gotowym programem, który zapisany będzie na dyskietce dołączonej do kitu. Z pewnością jednak wielu Kolegów będzie chciało spróbować swoich sił w samodzielnym napisaniu programu obsługującego strzelnicę. Dla nich przeznaczone są poniższe wskazówki.

Do porozumiewania się komputera z układem strzelnicy służy interfejs równoległy CENTRONICS. Interfejs ten posiada trzy rejestry: szyne danych, port wejściowy i port uniwersalny służący do transmisji danych w obie strony. W naszym układzie wykorzystujemy wszystkie trzy rejestry. A oto ich adresy:

	Szyna danych	Port wejściowy	Port uniwersalny
LPT1	378H	379H	37AH
LPT2	278H	279H	27AH
LPT3	3BCH	3BDH	3BEH

Adres szyny danych jest adresem bazowym i w przypadku każdego portu adres rejestru wejściowego jest w stosunku do niego powiększony o 1, a adres rejestru uniwersalnego o 2. Mniej doświadczonym Czytelnikom należy się jeszcze wyjaśnienie, w jaki sposób podawane są te adresy i co oznaczają litery połączone z cyframi. Otóż w formacie szeroko stosowany jest szczególnie sposób zapisu liczb: szesnastkowy (heksadecymalny), stąd litera H na końcu każdej liczby. W tym systemie zapisu mamy aż szesnaście cyfr: od 0 do F.

W celu uaktywnienia jednej z tarcz należy podać na szynę danych wybraną losowo jedną z następujących liczb: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 i 128. Poniżej zamieszczamy przykład prostego podprogramu realizującego tę funkcję:

```
1000 RANDOMIZE TIMER: XX =
INT(RND(1) * 8): A|= 0|
1020 IF XX = 0|THEN XX = 1:
GOTO 1100
1030 IF XX = 1|THEN XX = 2:
GOTO 1100
```

WYKAZ ELEMENTÓW

Układ główny

Rezystory

R1: 100kΩ
R2, R3, R4: 1kΩ
R5: 5,6kΩ

Kondensatory

C1: 1nF
C2: 220μF/16V
C3: 470μF/16V
C5, C4: 100nF

Półprzewodniki

T1: BC548
U2, U1: 4081
U3: ULN2803
U4: 4093
U5: 7805
M1: mostek prostowniczy 1A
D1: 1N4148

Różne

Z1: złącze CENTRONICS lutowane w płytkę
Z2, Z3, Z4, Z8 : ARK3
Z7, Z5 : ARK2
Z6: złącze DIN5 lutowane w płytkę
PK1: przekaźnik RM82P/12V DC

Układ odbiornika podczerwieni

Rezystory

R1: 100kΩ
R2: 560Ω
R3: 100Ω
R4: 10kΩ
R5: 5,6kΩ

Kondensatory

C1, C6: 100μF
C2, C7: 100nF

C3: 10nF

C4: 470nF

C5: 1μF/16V

C8: 560p

Półprzewodniki

D1, D2: 1N4148
T2: fototranzystor NPN
U1: UL1321

Moduły wykonawcze tarcz (podaną ilość elementów należy pomnożyć przez 8)

Rezystory

R1: 560Ω
R2: 100Ω

Półprzewodniki

D1: IRED

D2: LED

Różne

Q1: membranka piezo

```
1040 IF XX = 2|THEN XX = 4:
GOTO 1100
1050 IF XX = 3|THEN XX = 8:
GOTO 1100
1060 IF XX = 4|THEN XX = 16:
GOTO 1100
1070 IF XX = 5|THEN XX = 32:
GOTO 1100
1080 IF XX = 6|THEN XX = 64:
GOTO 1100
1090 IF XX = 7|THEN XX = 128:
GOTO 1100
1100 OUT O1, XX: IF XX > 16
THEN A|= 1: XX = 0
1110 RETURN
```

Zmienna A jest w tym programie wskaźnikiem przybierającym wartość 1 w przypadku wylosowania jednej z tarcz, do których strzelanie jest zakazane.

Rejestr wejściowy służy w przypadku naszej strzelnicy do przyjmowania informacji o naciśnięciu spustu i o prawidłowym wycelowaniu broni. Odczytu z tego rejestru dokonujemy za pomocą polecenia:

```
INP (&H379),
```

lub w przypadku innych portów

```
INP(&H279), INP(&H3BD).
```

Do sterowania przekaźnikiem należy wykorzystać rejestr dwukierunkowy portu CENTRONICS. Polecenie włączające przekaźnik wygląda następująco:

```
OUT &H37A,1,
```

lub w przypadku innych portów

```
OUT &H27A, 1, OUT &H3BE,1.
```

Autor ma nadzieję, że powyższe wskazówki pomogą mniej doświadczonym Czytelnikom w pisaniu własnych programów i jednocześnie prosi o podzielenie się z redakcją EP i innymi Czytelnikami wynikami swoich prac.

Zbigniew Raabe, AVT