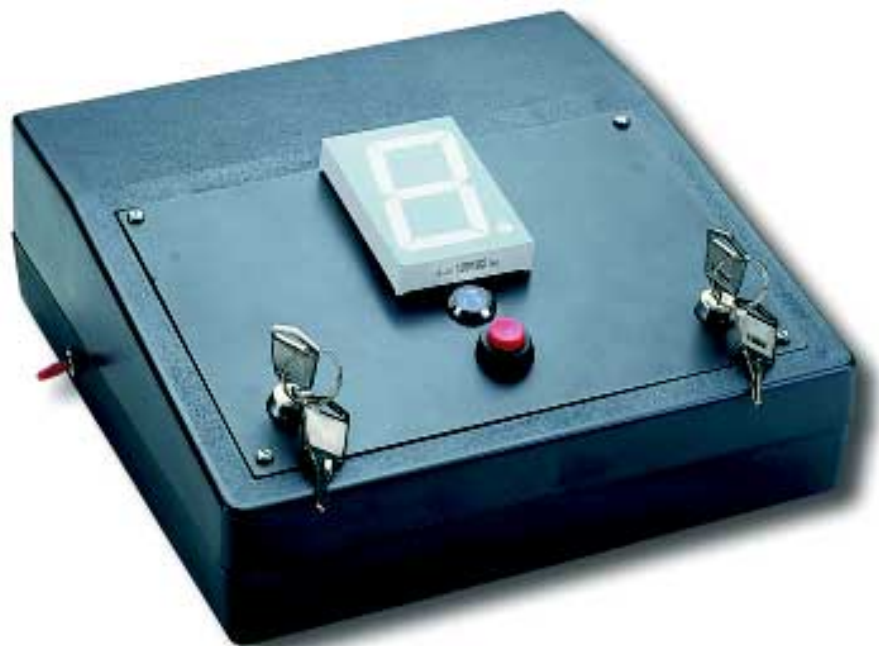


# Pulpit do odpalania rakiet

## AVT-838

*Negocjacje ostatniej nadziei zakończyły się fiaskiem. Kategorie żądanie wycofania armii jednego z państw z rejonu konfliktu zostało kolejny raz odrzucone. Pozostało już tylko jedno: globalna konfrontacja zbrojna. Z lotnisk rozrzuconych po całym świecie z hukiem wznosiły się w powietrze ciężkie od termonuklearnych ładunków bombowce. Za nimi, jak czarne płaszczyki, podążały widmowe cienie niewidzialnych bombowców strategicznych, z lukami wypełnionymi samosterującymi pociskami z głowicami jądrowymi. Otwierały się pokrywy silosów, a obsługa rozpoczynała odliczanie poprzedzające start najpotężniejszych rakiet, które poprzez przestrzeń kosmiczną miały zaatakować przeciwnika.*



Jednak największa potęga, która miała zostać rzucona do walki znajdowała się gdzie indziej, głęboko pod powierzchnią oceanów. Na okrętach podwodnych, najpotężniejszych machinach niszczących, jakie kiedykolwiek skonstruowano i z których każda mogłaby salwą swych rakiet spustoszyć cały kontynent, ogłoszono stan najwyższej gotowości bojowej. Komory zawierające pociski balistyczne zostały zalane wodą, rozłamano plastikowe koperty z kodami startowymi i los dziesiątek miast na terytorium przeciwnika spoczywał w rękach dwóch najpotężniejszych na świecie ludzi: dowódcy okrętu i jego zastępcy. Tylko jednoczesne przekręcenie kluczy w dwóch, oddalonych od siebie zamkach mogło spowodować odpalenie rakiet z wieloma głowicami termojądrowymi. Tylko tych dwóch oficerów, posiadających te właśnie klucze, mogło rozpocząć apokaliptyczne zniszczenie...

Obydwa dowódcy podeszli do pulpitu i w grobowym milczeniu włożyli klucze od bram dantejskiego piekła w odsłonięte już otwory włączników. Pozostał tylko jeden ruch do wykonania i... obudziłem się!

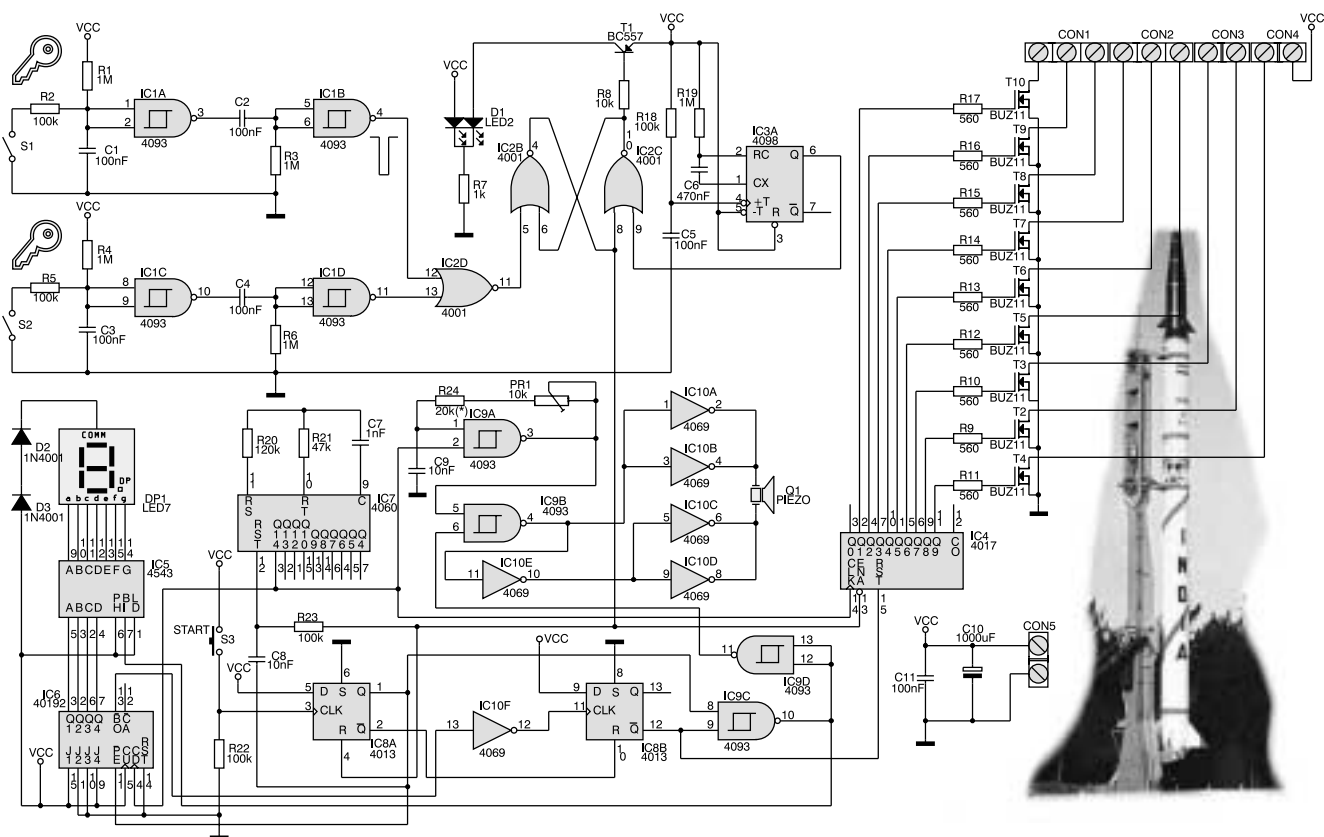
Potworna wizja, upiorny senny koszmar, prawda? Pozostaje mieć w pełni obecnie uzasadnioną na-

dzieję, że nigdy ani my, ani nasi potomkowie nie przeżyją takiego kataklizmu. A my zbudujemy wprawdzie urządzenie do odpalania rakiet, którego działanie będzie nieco "podobne" do działania układów stosowanych niegdyś do uruchamiania rakiet balistycznych, ale wystrzeliwać będziemy jedynie całkowicie pokojowe pociski: noworoczne fajerwerki i modele rakiet.

Proponowany układ jest wyjątkowo na czasie. Najbliższy Sylwester będzie obchodzony szczególnie uroczyście i hucznie, pomimo że nie będzie on bynajmniej końcem XX wieku, a jedynie początkiem ostatniego roku tego stulecia (jeżeli ktoś uważa inaczej, to proszę przypomnieć mi jakieś wydarzenie historyczne, które rozegrało się w roku zerowym naszej ery!). To zresztą bardzo miła okoliczność, że wiele osób błędnie sądzi, że obecny rok jest ostatnim w naszym stuleciu: będziemy mieli po prostu dwukrotnie okazję do witania XXI wieku i wspiania jej zabawy!

Zabawa w Sylwestra 2000 roku będzie zresztą jeszcze lepsza niż w roku bieżącym, ponieważ nie będziemy już się obawiać, że z powodu awarii komputerów punktualnie o północy nastąpi koniec świata!

## Pulpit do odpalania rakiet



Rys. 1. Schemat elektryczny urządzenia.

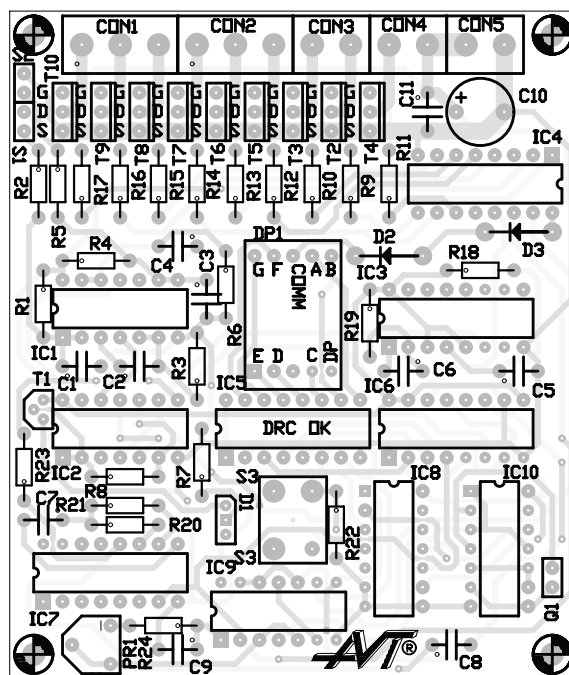
W naszym kraju utrwaliła się bardzo sympatyczna tradycja witania Nowego Roku wystrzeliwaniem fajerwerków i odpalaniem petard. Niestety, nieprzestrzeganie elementarnych zasad ostrożności w obchodzeniu się z materiałami wybuchowymi nieuchronnie prowadzi do wypadków, niejednokrotnie bardzo groźnych w skutkach. W Nowy Rok zawsze oglądamy w TV smutny bilans strat i dowiadujemy się, ile tym razem osób zostało pokaleczonych i poparzonych przez nieumiejętnie odpalane fajerwerki i petardy. Zapobieżeniu właśnie takim nieszczęściom może posłużyć układ, z którego budową zapoznamy się za chwilę. Umożliwia on elektryczne, odległościowe odpalenie do 9 fajerwerków lub petard, w odpowiedniej kolejności i w odstępie czasowym ok. 1 s. Układ posiada rozbudowany system zabezpieczeń, uniemożliwiający uruchomienie odpalania przez niepowołane osoby lub w nieodpowiednim momencie. System ten, wyposażony właśnie w te słynne dwa klucze, jest rozbudowany nieco przesadnie, ale daje to

możliwość dodatkowej zabawy, a uproszczenie układu jest zawsze możliwe.

Istnieje jeszcze jedna grupa potencjalnych użytkowników naszego układu: modelarze zajmujący się fascynującym hobby, jakim jest amatorska budowa rakiet. Przestrzeganie wymogów bezpieczeństwa jest przy starcie takich modeli sprawą najwyższej wagi. Model rakiety, niejednokrotnie o znacznych rozmiarach i masie, wystrzelony w nieodpowiednim momencie lub miejscu, może narobić ogromnych szkód, nie mówiąc już o zagrożeniu dla zdrowia i życia ludzi. I tu także system zabezpieczeń jest może zbyt rozbudowany, ale to właśnie może stanowić dodatkową atrakcję pokazu modeli rakiet. Włączanie układu odpalania za pomocą dwóch kluczy, odliczanie połą-

czony z ostrzegawczym dźwiękiem syreny to dodatkowe bajery, ale niezwykle efektowne!

Urządzenie jest stosunkowo proste do wykonania, a koszt jego budowy z pewnością nie przekroczy kosztu zakupu nawet najskromniejszego kompletu fajerwer-



Rys. 2. Schemat montażowy urządzenia.

ków i petard na noworoczną balangę, nie mówiąc nawet o koszcie budowy porządnego modelu rakiety. Należy przypuszczać, że najkosztowniejszymi elementami niezbędnymi do budowy układu okazały się nie podzespoły elektroniczne, ale dwa włączniki z kluczykami, które jednak zawsze możemy zastąpić kupionymi na złomowisku stacyjkami samochodowymi lub innymi włącznikami.

### Opis działania

Schemat elektryczny naszego układu do odpalania fajerwerków pokazano na **rys. 1**. Analizę schematu rozpoczniemy od momentu włączenia zasilania układu, które spowoduje powstanie na wyjściu Q IC3A impulsu zerującego system, przygotowującego go do działania. Warunkiem rozpoczęcia przygotowania do odpalenia fajerwerków jest włączenie przerzutnika R-S zbudowanego na bramkach IC2B i IC2C. Analizując dalej połączenie bramek zawartych w strukturach układów IC2 i IC1 dochodzimy do wniosku, że włączenie przerzutnika może nastąpić jedynie przy jednoczesnym wystąpieniu stanów niskich na wejściach bramki IC2D, co z kolei jest możliwe jedynie przy jednoczesnym zwarciu styków S1 i S2. W wykonaniu modelowym styki te są wyposażone właśnie w dwa „słynne” klucze, których jednoczesne przekręcenie uaktywnia system odpalania naszych rakiet.

Załóżmy, że krytyczny moment już nadszedł i obydwa klucze zostały przekręcone. Konsekwencją tego faktu jest udzielenie zezwolenia na pracę dwóch liczników: binarnego IC7 i Johnsona - IC4. Jednocześnie rozpoczyna pracę generator zegarowy zawarty w strukturze układu IC7.

Ostatnią czynnością, jaką musimy wykonać, aby rozpocząć odpalanie rakiet jest naciśnięcie przycisku START. Jest to decyzja nieodwołalna i proces odliczenia można już przerwać wyłącznie przez wyłączenie zasilania. Naciśnięcie przycisku START spowoduje następujące zjawiska:

- nastąpi ustawienie przerzutnika typu D - IC8A,
- stan wejścia !PE licznika rewersyjnego IC6 typu 40192 zmieni się z niskiego na wysoki, co

spowoduje przepisanie wartości podanej na jego wejścia programujące J1..J3 do rejestru wewnętrznego i rozpoczęcie zliczania w dół od liczby „9”,

- na wejściu BI dekodera BCD kod wyświetlacza siedmiosegmentowego (IC5) zostanie wymuszony stan niski pochodzący z wyjścia bramki IC9C, co spowoduje rozpoczęcie wyświetlania postępu odliczania na wyświetlaczu DP1,
- krótki impuls przekazany za pośrednictwem kondensatora C8 na wejście RST licznika IC7 powoduje jego wyzerowanie,
- otwarta zostaje bramka IC9B umożliwiając przedostanie się ciągu impulsów wytwarzanych przez generator zbudowany na bramce IC9A na wejścia inwerterów IC10 A..E.

Generator z bramką IC9A kluczowany jest z wyjścia Q14 licznika binarnego IC5 i z tego samego wyjścia pobierane są impulsy zliczane przez licznik IC6. Cztery z inwerterów zawartych w strukturze układu IC10 tworzą jakby wzmacniacz BTL zasilając przetwornik piezoelektryczny Q1 przebiegiem prostokątnym, którego częstotliwość dopasowana jest za pomocą potencjometru montażowego PR1 do częstotliwości rezonansowej przetwornika. Stosując przetwornik piezo typu PC110 możemy uzyskać ostrzegawczy sygnał akustyczny o natężeniu dochodzącym do 110dB, a więc słyszalny na bardzo dużą odległość.

Odliczanie przedstartowe kończy się w momencie osiągnięcia przez licznik IC5 stanu zerowego. Pojawiający się na wyjściu przeniesienia !BO tego licznika impuls powoduje ustawienie drugiego przerzutnika D - IC8B i rozpoczęcie wystrzeliwania rakiet.

Wymuszenie stanu niskiego na wejściu BI dekodera 4543 powoduje teraz wygaszenie już niepotrzebnego wyświetlacza. Także syrena zostaje wyłączona stanem niskim na wejściu 6 bramki IC9B, ponieważ przy huku startujących rakiet dalsze ostrzeżenia są całkowicie zbędne.

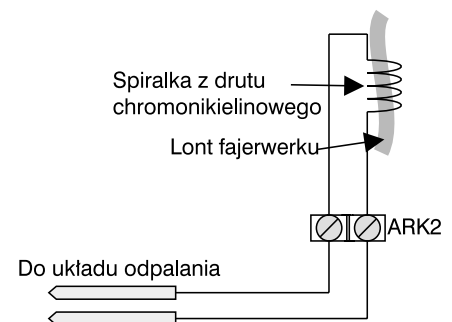
Ustawienie przerzutnika IC8B spowodowało uaktywnienie licznika Johnsona IC4, do tej pory permanentnie zerowanego. Nadej-

ście najbliższego impulsu zegarowego spowoduje zmianę stanu tego licznika i powstanie stanu wysokiego na jego wyjściu Q1 i przewodzenie tranzystora MOSFET T10. Dołączony do drenu tego tranzystora zapalnik (patrz dalsza część opisu) spowoduje odpalenie pierwszej rakiety - fajerwerku. Kolejne impulsy zegarowe będą powodować „przesuwanie się” jedynki logicznej przez wyjścia licznika IC4 i odpalenie kolejnych rakiet.

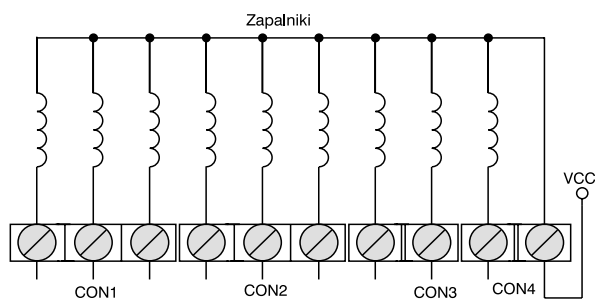
Układ powinien być zasilany napięciem stałym o wartości 6..12VDC, ze źródła (ze względu na znaczny prąd pobierany przez zapalniki), o dużej wydajności prądowej. Ze względu na przenośny charakter całej konstrukcji zdecydowanie polecałbym zastosowanie zasilania akumulatorowego.

### Montaż i uruchomienie

Na **rys. 2** pokazano rozmieszczenie elementów na płytce obwodu drukowanego, wykonanego na laminacie dwustronnym z metalizacją otworów. Montaż wykonujemy w typowy sposób, ale jego szczegóły zależeć będą od rodzaju zastosowanej obudowy. W układzie modelowym płytka obwodu drukowanego została zamocowana tuż pod powierzchnią płyty czołowej obudowy, co spowodowało konieczność wlutowania tranzystorów T2..T10 od strony lutowania, co w przypadku płytki dwustronnej z metalizacją nie było nawet najmniejszym utrudnieniem. Przycisk startowy START w najprostszym przypadku wlutowujemy po prostu w płytkę i wykonujemy odpowiedni otwór w obudowie. Jednak jest to rozwiązanie mało efektywne i radziłbym Wam zastąpić niepozorny przycisk typu



Rys. 3. Sposób dołączenia zapalnika rakiety do startera.



Rys. 4. Sposób dołączenia wielu zapalników do elektronicznego startera.

microswitch czymś wyglądającym bardziej „groźnie“, podobnie jak to uczyniono w układzie modelowym. Efektownie wyglądające przyciski można nabyć w sklepach z częściami elektronicznymi, a także w sklepach ze sprzętem elektrotechnicznym.

Osobnym problemem są dwa, pełniące dosłownie „kluczową“ rolę w układzie, włączniki S1 i S2. W układzie modelowym, służącym jedynie do laboratoryjnego przetestowania wykonanego

urządzenia zostały one zamocowane na płycie czołowej urządzenia, co byłoby pozbawione większego sensu w wykonaniu praktycznym. Jeżeli zdecydujemy się na pełną symulację wystrzeliwania rakiet bojowych, to klucze muszą zostać umieszczone tak, aby do ich przekręcenia konieczne były dwie osoby. No i ostatnia, najważniejsza chyba sprawa: budowa zapalników. Mogę polecić Wam, osobiście sprawdzony w czasach kiedy miałem jeszcze czas na zajmowanie się modelarstwem, sposób ich wykonania, prosty i całkowicie niezawodny. Zapalniki najprościej można wykonać z odcinków chromonikielinowego drutu, odciętego np. ze spiralki od maszyny elektrycznej niewielkiej mocy. Drucik owijamy dookoła lontu fajerwerku (patrz rys. 3) i łączymy z układem elektronicznym za pomocą przewodu o odpowiedniej długości i, co bardzo ważne, znacznej grubości. Doświadczalnie stwierdziłem, że przy długości przewodu wynoszącej ok. 10m, jego średnica powinna wynosić co najmniej 2,5mm<sup>2</sup>. Długość drutu chromonikielinowego należy dobrać tak, aby przy przepływie prądu ze źródła zasilania o napięciu takim, jakie będzie stosowane podczas pracy układu, drucik rozżarzał się do czerwoności po ok. 0,2s, a następnie przepalał się. Schemat okablowania zapalników przedstawiono na rys. 4.

Urządzenie zmontowane ze sprawnych elementów nie wymaga jakiegokolwiek uruchamiania, ale jedynie prostej regulacji polegającej na dopasowaniu częstotliwości pracy generatora z IC9A do częstotliwości rezonansowej zastosowanego przetwornika piezo. Regulacji dokonujemy na słuch za pomocą potencjometru montażowego PR1, starając się uzyskać jak największe natężenie dźwięku.

Egzemplarz modelowy zasilany był z akumulatora 6V/6Ah i taki sposób zasilania polecam zastosować w Waszych urządzeniach. Jeżeli jednak zdecydujemy się na

## WYKAZ ELEMENTÓW

### Rezystory

PR1: 10kΩ potencjometr montażowy mniaturowy  
 R1, R3, R4, R6, R19: 1MΩ  
 R2, R5, R18, R22, R23: 100kΩ  
 R7: 1kΩ  
 R8: 10kΩ  
 R9..R17: 560Ω  
 R20: 120kΩ  
 R21: 47kΩ  
 R24: 20kΩ\*

### Kondensatory

C1..C5, C11: 100nF  
 C6: 470nF  
 C7: 1nF  
 C8, C9: 10nF  
 C10: 1000μF/16V

### Półprzewodniki

DP1: wyświetlacz siedmiosegmentowy LED wsp. anoda  
 D1: dwubarwna dioda LED  
 D2, D3: 1N4001 lub odpowiednik  
 IC1, IC9: 4093  
 IC2: 4001  
 IC3: 4098  
 IC4: 4017  
 IC5: 4543  
 IC6: 40192  
 IC7: 4060  
 IC8: 4013  
 IC10: 4069  
 T1: BC557 lub odpowiednik  
 T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10: BUZ11 (BUZ10 lub inny odpowiednik)

### Różne

CON1, CON2: ARK3  
 CON3, CON4, CON5: ARK2  
 Q1: przetwornik piezo typu PC110  
 S1, S2: włączniki z kluczykami (nie wchodzi w skład kitu)  
 S3: przycisk microswitch

zastosowanie zasilania sieciowego, to musimy pamiętać, że ze względu na znaczny chwilowy prąd pobierany przez zapalniki, zasilacz powinien mieć wydajność prądową minimum 3..4A.

Może jeszcze trochę na to za wcześnie, ale już teraz pozwalam sobie życzyć moim Czytelnikom wspaniałej zabawy noworocznej, uświetnionej setkami fajerwerków odpalonych za pomocą opracowanego przeze mnie urządzenia oraz wszystkiego dobrego w ostatnim roku XX wieku.

**Zbigniew Raabe, AVT**  
**zbigniew.raabe@ep.com.pl**