



*Przedstawione w artykule urządzenie, jak sama nazwa wskazuje, jest niczym innym jak elektroniczną wersją najbardziej znanej gry hazardowej - ruletki. Autor nie miał bynajmniej na myśli zarażenie Czytelników EdW bakcylem hazardu, a jedynie wzbogacenie, ku uciechu najmłodszych, domowego kącika ulubionych zabawek dla nieco starszych dzieci.*

Odpowiedź na pytanie, do czego służy ten układ, jest prosta - do zabawy. Dzięki naszemu urządzeniu każdy może poznać przedsmak prawdziwej gry hazardowej, która od wielu lat króluje w salonach i kasynach całego świata. Nasza elektroniczna ruletka zachowuje się tak jak prawdziwa. Podstawową różnicą jest to, że ruch kulki toczącej się po obwodzie koła ruletki zastąpiono biegnącym punktem świetlnym wykorzystując w tym celu szereg diod świecących, umieszczonych na okręgu, tak aby całość wyglądała bardzo realistycznie.

Dodatkowo, aby zbliżyć model do ideału, prędkość ruchu kulki po jej "wypuszczeniu" stopniowo maleje aż do całkowitego zatrzymania się. Początkowa prędkość obrotów została tak dobrana, aby uczestnicy zabawy, zaciskając pięści, mogli obserwować jej majestatyczny ruch po obwodzie aż do momentu, kiedy "krupier" (osoba obsługująca ruletkę oraz wypłacająca wygrane w prawdziwym kasynie) ogłosi wynik.

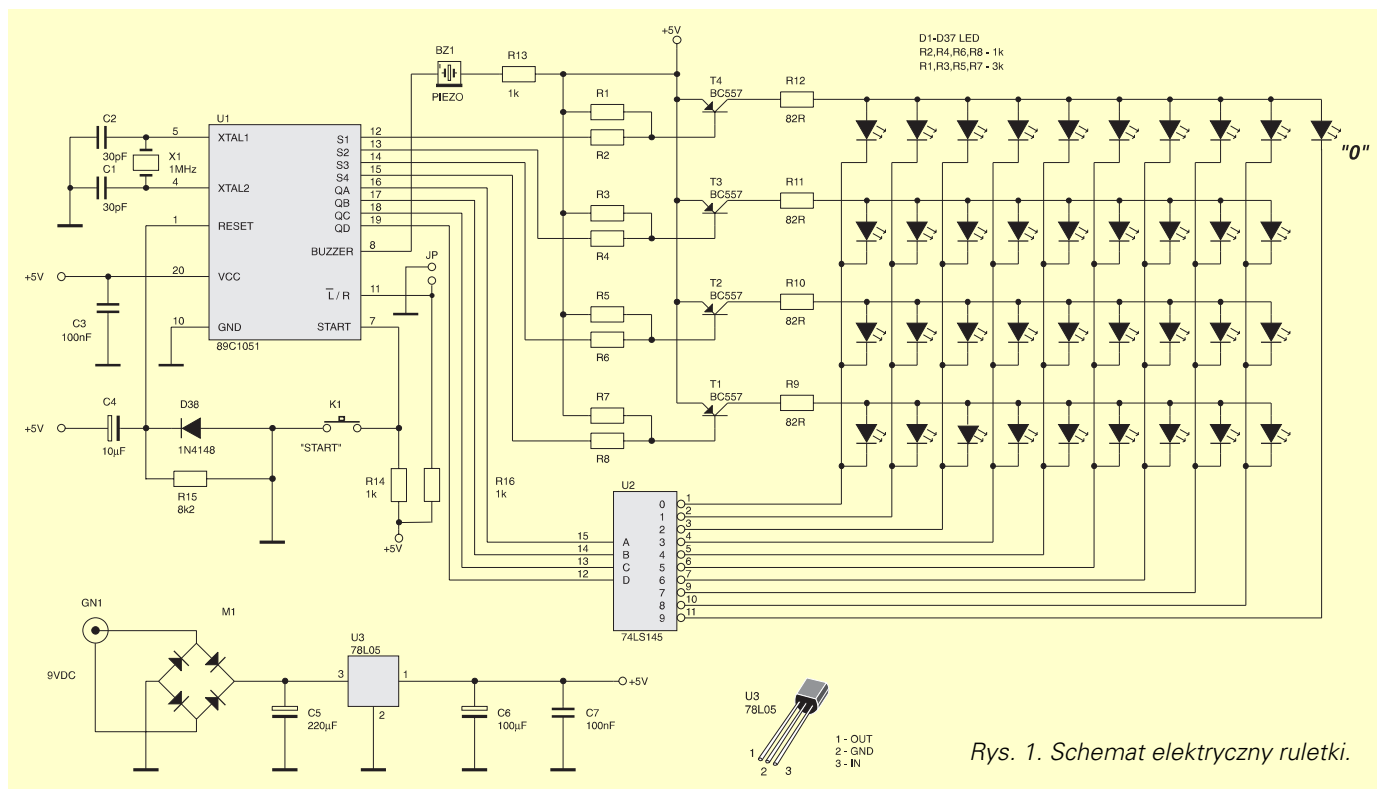
Sam efekt świetlny toczącej się kulki to za mało, dodatkowo podczas losowania poprzez miniaturowy głośniczek emi-

towany jest sygnał dźwiękowy naśladujący ruch prawdziwej ruletki. Jeżeli jeszcze dodamy, że cały układ jest bardzo prosty w montażu i można go zasilać ze zwykłej baterijki 9V (typ 6F22), to nikogo chyba nie trzeba przekonywać, ile frajdy może sprawić nasz układ w wolne niedzielne popołudnia nie tylko dzieciom, ale i dorosłym.

### Jak się w to gra?

Zanim przejdziemy do opisu działania układu elektronicznej ruletki, Czytelnikom mniej wtajemniczonym w zasady gry należy się krótkie ich wyjaśnienie.

Najogólniej mówiąc, zabawa polega na typowaniu liczby, bądź wielu liczb z zakresu 0...36, a po wylosowaniu jednej, odpowiednim nagrodzeniu trafnego wyboru lub konfiskacie stawki w przypadku niecelnego obstawienia. Bardziej ostrożni mogą typować liczby parzyste (PAIR) lub nieparzyste (IMPAIR), czerwone lub czarne oraz wiele innych kombinacji, których dokładny opis będzie dołączany do oferowanego zestawu AVT-2115. Tam też będzie można znaleźć różnice



Rys. 1. Schemat elektryczny ruletki.

w wysokości wygranych w zależności od wytypowanych liczb lub kolorów.

Oczywiście nie namawiamy Czytelników, którzy zdecydują się na zmontowanie i zabawę elektroniczną ruletką, na używanie prawdziwych pieniędzy, zamiast nich można posłużyć się chociażby zwykłymi zapawkami. Można się też posłużyć "pieniężkami" z popularnej gry "Monopoly" lub jej polskich mutacji. Bardziej wytrwali mogą wykonać we własnym zakresie kolorowe "żetony", np. z kolorowych kawałków kartonu, wyciętych w kształcie monet z dodatkowym opisem informującym o nominale danego żetonu. Do rozpoczęcia zabawy nie może zabraknąć także planszy, która posłuży do obstawiania ruletki przed losowaniem. Rysunek takiej przedstawiony jest na wkładce, toteż każdy Czytelnik może wyciąć go i ewentualnie powiększyć, odbijając na kolorowym ksero. Autor proponuje dodatkowe zabezpieczenie planszy poprzez jej zafoliowanie, np. w jednym z punktów usługowych w okolicy, co gwarantuje długowieczność tak wykonanej planszy do gry w ruletkę.

## Opis działania

Na rysunku 1 przedstawiony jest schemat elektryczny naszego urządzenia. Pierwszą rzeczą rzucającą się w oczy jest mnóstwo, a dokładnie 37 diod świecących LED, które zapalane są w odpowiedniej kolejności (jedna za drugą) co w efekcie widziane jest przez nasze oko jako obracający się punkt świetlny. Jak widać, diody te zgrupowane są w 4 sekcje (rzędy) połączone w każdym rzędzie

anodami. Katody diod LED są połączone "kolumnami" po cztery i dołączone do wyjść dekodera U1 w postaci standardowej kostki TTL typu 74LS145 (można użyć 74145). W danej chwili tylko na jednym z wyjść tego układu (0...9 - końcówki 1...7,9...11) panuje niski stan logiczny (tzn. że napięcie na tym wyprowadzeniu jest bliskie zeru), co w efekcie "zwiera" (prawie) do masy odpowiednią, podłączoną do tego wyjścia kolumnę z diodami LED. W tym samym czasie odetkany zostaje jeden z czterech tranzystorów (T1...T4) załączając tym samym napięcie zasilające +5V na podłączoną z kolektorem tego tranzystora sekcję diod LED. Efektem końcowym tego jest spolarowanie w kierunku przewodzenia jednej z 37 diod D1...D37 i jej zaświecenie. Ten sposób sterowania zapalaniem poszczególnych diod jest nazywany często "matrycowym", co ma swoje odzwierciedlenie w sposobie połączenia elementów świecących. Najważniejszą i charakterystyczną cechą jest to, że w każdej chwili może być zapalona tylko jedna dioda.

Bardziej wnikliwi Czytelnicy z pewnością zauważą że można przecież w jednej chwili załączyć tranzystory np. dwóch spośród czterech sekcji (T1 i T3) co spowoduje zapalenie dwóch diod LED na odpowiednim miejscu w matrycy. Nasz układ sterujący dba jednak o to, aby taki przypadek nie nastąpił... przynajmniej w niezamierzonym przez autora projekcie momencie.

Opisanym sterowaniem układu matrycy diod LED zajmuje się układ U1. Można powiedzieć że jest to WRUS (skrót od

"Wyspecjalizowany Ruletkowy Układ Scalony"). I taki rzeczywiście jest, bowiem poza obsługą naszej ruletki, układ ten nie potrafi w zasadzie nic więcej. Tak naprawdę, do tego celu został zaprzęgnięty "prawdziwy, rasowy" mikroprocesor... tak, tak, proszę się tylko nie przerażać, jego działanie, jak się przekonacie w dalszej części artykułu drodzy Czytelnicy, jest bardzo proste. Zastosowanie takiego układu nie jest przypadkowe i bynajmniej nie ma na celu "utrudnienia życia" amatorom-elektronikom (zwracam się konkretnie w tym miejscu do konstruktorów). Po prostu zbudowanie tego typu urządzenia, posiadającego opisane wcześniej właściwości, mającego niewielkie rozmiary oraz parę "fajnych bajerów" na dokładkę (o nich w dalszej części artykułu) byłoby prawie niemożliwe przy wykorzystaniu typowych układów scalonych oferowanych w sklepach. Poza tym wtedy nasza ruletka prawdopodobnie rozmiarami rozrosła by się do potężnych rozmiarów, zwiększyła by swoją wagę, i stała się przy tym ogromnie prądożerna co wykluczałoby możliwość zasilania jej ze zwykłej baterii.

A zresztą kto nie chciałby pochwalić się znajomym kolegom że ma w domu (a także na spacerze i być może... w szkole, lecz nie podczas zajęć lekcyjnych) "prawdziwą bajeńską komputerową ruletkę z wodotryskiem",

Zanim przejdziemy do omówienia działania układu sterującego U1, przyjrzyjmy się funkcjom poszczególnych jego wyprowadzeń. Końcówki S1...S4 (12...15) sterują załączaniem tranzysto-

Tab. 1.				aktywne wyjście U2 (U <sub>L</sub> bliskie 0V)
napięcia na końcówkach układu U1 (wejściach U2)				
QD	QC	QB	QA	
0	0	0	0	0
0	0	0	+5V	1
0	0	+5V	0	2
0	0	+5V	+5V	3
0	+5V	0	0	4
0	+5V	0	+5V	5
0	+5V	+5V	0	6
0	+5V	+5V	+5V	7
+5V	0	0	0	8
+5V	0	0	+5V	9

rów T1...T4 poszczególnych sekcji diod LED poprzez rezystory ograniczające prąd bazy R2, R4, R6, R8. Dodatkowe rezystory R1, R3, R5, R7 polaryzują bazy tych tranzystorów na poziomie napięcia zasilania, tak że w przypadku kiedy układ U1 "nie ma ochoty" na zapalenie żadnej z diod LED, wszystkie cztery tranzystory są zatkane (nie płynie prąd w żadnej z sekcji LED). Pojawienie się ujemnego stanu logicznego (wyjaśniałem wcześniej jego znaczenie) na jednej z końcówek S1...S4 dołącza poprzez odpowiedni tranzystor zasilanie do wybranej sekcji LEDów. Rezystory R9...R12 ograniczają prąd płynący przez diody LED do wartości bezpiecznej. Poniżej, patrząc na układ U1, znajdują się piny QA, QB, QC, QD, które sterują układem wspomnianego wcześniej dekodera U2. W zależności od kombinacji poziomów napięć na tych końcówkach zostaje załączona odpowiednia kolumna w macierzy LED. Sposób działania tej części układu wyjaśnia **tab. 1**.

Końcówka układu U1 oznaczona jako START jest wejściem wyzwania obrotów kulki naszej ruletki. Za pomocą dołączonego do tego wejścia przełącznika chwilowego K1 możliwe jest uruchomienie kolejnego losowania. Normalnie styki K1 są rozwarte i na tej końcówce panuje napięcie równe zasilającemu, wymuszone rezystorem R14. "Krupier" naciskając na chwilę K1 powoduje zwarcie pinu START do masy, co zostaje wykryte przez układ U1, który w następstwie niezwłocznie rozpoczyna losowanie. Nie jest przy tym konieczne przytrzymywanie przycisku podczas ruchu kulki. Dodatkowo (np. złośliwe lub przypadkowe) naciśnięcie K1 podczas losowania nie daje efektu (nie zakłóca przebiegu losowania).

Kończąc omawianie końcówek sterujących pracą elektronicznej ruletki, należy wspomnieć o końcówce wyboru kierunku ruchu kulki L/R (pin 11). W prawdziwej wersji gry w kasynie krupier puszcza kulę w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara, podczas gdy tarcza koła ruletki obraca się w kierunku prze-

ciwnym. W naszym przypadku standardowo kulka obraca się w prawo, kiedy na omawianej końcówce panuje logiczny stan wysoki (+5V), a tak jest ponieważ, podłączony do tego pinu rezystor R16 wymusza takie napięcie. Jeżeli któryś z Czytelników stwierdzi, że bardziej odpowiada mu przeciwny kierunek obrotów (w lewo) może przy pomocy zworki JP zewrzeć te wyprowadzenie do masy, łącząc oba punkty JP ze sobą na płycie drukowanej kawałkiem srebrzanki. W tym miejscu uwaga dla chętnych do dołączenia w to miejsce przełącznika dwupozycyjnego w celu zmiany kierunku ruchu podczas zabawy. Otóż stan na tej końcówce jest badany przez układ U1 tylko jeden raz na chwilę po włączeniu zasilania układu. Na tej podstawie ustalany jest stały kierunek ruchu kulki podczas całej zabawy, niezależnie od późniejszego ustawienia przełącznika (zwarcia lub rozwarcia pinów JP) aż do momentu wyłączenia zasilania, oczywiście.

Generujący dźwięki miniaturowy głośniczek piezoceramiczny BZ1 podłączony jest do wyjścia "BUZZER" układu U1. Pojawienie się niskiego stanu logicznego na tym pinie załącza dźwięk.

Pozostałe elementy umożliwiają poprawne rozpoczęcie i pracę układu U1. I tak układ złożony z diody D38, R15 i C4 zapewnia właściwy "start" układu ruletki po włączeniu napięcia zasilającego. Otóż w momencie jego podłączenia na wejściu "RESET" układu U1 powinien pojawić się na kilka milisekund dodatni impuls kasujący układ U1, co zresztą zapewnia układ złożony z w/w elementów. Układ sterujący U1 zawiera wbudowany oscylator. Do jego poprawnej pracy niezbędne są dodatkowe zewnętrzne elementy w postaci rezonatora kwarcowego X1, dodatkowe kondensatory obciążające C1 i C2 zapewniają prawidłowe wzbudzenie się drgań po włączeniu zasilania.

Na koniec wyjaśnienia wymaga układ zasilający ruletkę. Zbudowano go z wykorzystaniem popularnego stabilizatora w wersji "Low Power" - U3, który stabilizuje napięcie wyjściowe na poziomie 5V. Kondensatory C5 i C6 filtrują napięcie po jego stronie pierwotnej i wtórnej. Kondensatory C7 i C3 dodatkowo zapobiegają wzbudzeniu się układu podczas jego pracy. W układzie prostownika zastosowano mostek Graetza M1, dzięki temu możliwe jest zasilanie układu ruletki nie tylko napięciem stałym (np. z baterii lub zasilacza) ale i zmiennym z transformatora małej mocy (wystarczy 2W). Użycie mostka M1 zwalnia na także od pamiętania o polaryzacji dołączanego napięcia w przypadku zasilania napięciem stałym.

**Sławomir Surowiński**

Cd. w EdW 10/96

## Najciekawsze artykuły w bratnich miesięcznikach:



### EP 9/96

- ✓ Analogowy miernik częstotliwości
- ✓ Programator procesorów serii MCS-51 z pamięcią Flash, EPROM, OPT, cz. 1
- ✓ Miniaturowa centrala alarmowa, cz. 1
- ✓ 16-kanalowy skrambler z układem FX224
- ✓ Detektor gazu
- ✓ Cyfrowy miernik R i C, cz.3
- ✓ Szybka ładowarka akumulatorów NiCd i NiMH
- ✓ Akustyczny wyzwalacz flesza fotograficznego
- ✓ Mikrokontrolery rodziny '51 Atmela



### EE 8/96

- ✓ Programator/emulator pamięci EPROM Flash
- ✓ Układ przełączający klawiatury komputera PC
- ✓ Przedwzmacniacz telewizji amatorskiej na pasmo 23cm
- ✓ Miernik tętna
- ✓ Urządzenie odstraszające włamywaczy
- ✓ Przestań ujadać - elektroniczny treser
- ✓ Monitor napięcia sieciowego
- ✓ Aktywny bufor mocy z układem monitorującym temperaturę
- ✓ SAA1501T - monitor procesu ładowania akumulatorów ze wskazaniem ich pojemności

## Montaż i uruchomienie

Układ ruletki w całości mieści się na dwustronnej płytce drukowanej, której rozmieszczenie elementów przedstawia **rys. 2**. Podczas montażu, oprócz opisu, którego radzimy się Czytelnikom trzymać, pomocne będą zdjęcia zamieszczone w artykule i rysunki dodatkowe. Elementy układu ruletki montowane są z obydwu stron płytki, toteż należy przestrzegać kolejności podczas ich montażu.

Rozpoczynamy od wlotowania diod świecących LED na obwodzie płytki drukowanej, po stronie na której widnieją ich obrysy. W zestawie AVT-2115 znajdują się trzy komplety diod świecących: czerwone (18 szt.) - symbolizują liczby na czerwonych polach ruletki, żółte (18 szt.) - dla koloru czarnego liczb (niestety diody LED w kolorze czerni nie są dostępne) oraz jedna dioda zielona dla pola oznaczonego cyfrą "0". Od niej to należy rozpocząć montaż. Kierunek oraz sposób wlotowania diod wyjaśnia **rys. 3**.

Należy pamiętać przy tym o polaryzacji, pamiętajmy dłuższa końcówka diody świecącej LED to anoda i należy ją wlotować bliżej krawędzi płytki drukowanej. Po zamontowaniu diody zielonej na polu oznaczonym na płytce jako "0" montujemy diody w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara, następną diodą po zielonej jest czerwona, potem żółta, dalej czerwona itd. Kolejność ta jest istotna, bowiem kolor diod musi się zgadzać

z planszą do gry oraz maskownicą tarczy które umieszczone są we wkładce.

Diody LED powinny znajdować się w odległości około 5...7 mm licząc od powierzchni płytki do kołnierza diody. W celu ułatwienia równego dopasowania wszystkich diod najłatwiej jest wyciąć z kawałka kartonu pasek o takiej szerokości i wsuwać go stopniowo między nóżki właśnie lutowanej diody. *Na początku lutujemy tylko jedno wyprowadzenie każdej diody* (to ważne!), bowiem umożliwi nam to późniejsze wygięcie diod po zamontowaniu wszystkich, tak aby tworzyły one foremne kółko, jak widać na zdjęciu. Po wyrównaniu wszystkich LEDów lutujemy ich drugie końcówki.

Jeżeli uporaliśmy się z tym, odwracamy płytkę drukowaną na drugą stronę i przystępujemy do wmontowania pozostałych części. Rozpoczynamy od rezystorów, następnie montujemy diodę D38 (uwaga na polaryzację!), kondensatory C1 i C2, C3 i C7 oraz podstawki pod układy scalone U1 i U2 (uwaga na kierunek!) Przed wlotowaniem kondensatorów elektrolitycznych C4...C6 (polaryzacja!) należy odgiąć ich końce o 90 stopni, a następnie wlotować, tak aby leżały poziomo na powierzchni płytki drukowanej. Podobnie należy postąpić z rezonatorem kwarcowym X1, po wlotowaniu powinien leżeć poziomo. Z dodatkowego kawałka srebrzanki (np. tej pozostałej po montażu rezystorów) wykonujemy obe-

jmę na rezonator i wlotujemy ją w dodatkowe otwory umieszczone na obwodzie w połowie wysokości obudowy rezonatora. Uniemożliwi to przypadkowe odgięcie tego elementu o złamanie delikatnych końcówek.

Teraz możemy wlotować mostek M1 (polaryzacja!) i tranzystory T1...T4 starając się aby były jak najniżej ponad powierzchnią płytki drukowanej. Na koniec w zależności od potrzeb możemy zamontować zworę JP o której wspominałem wcześniej.

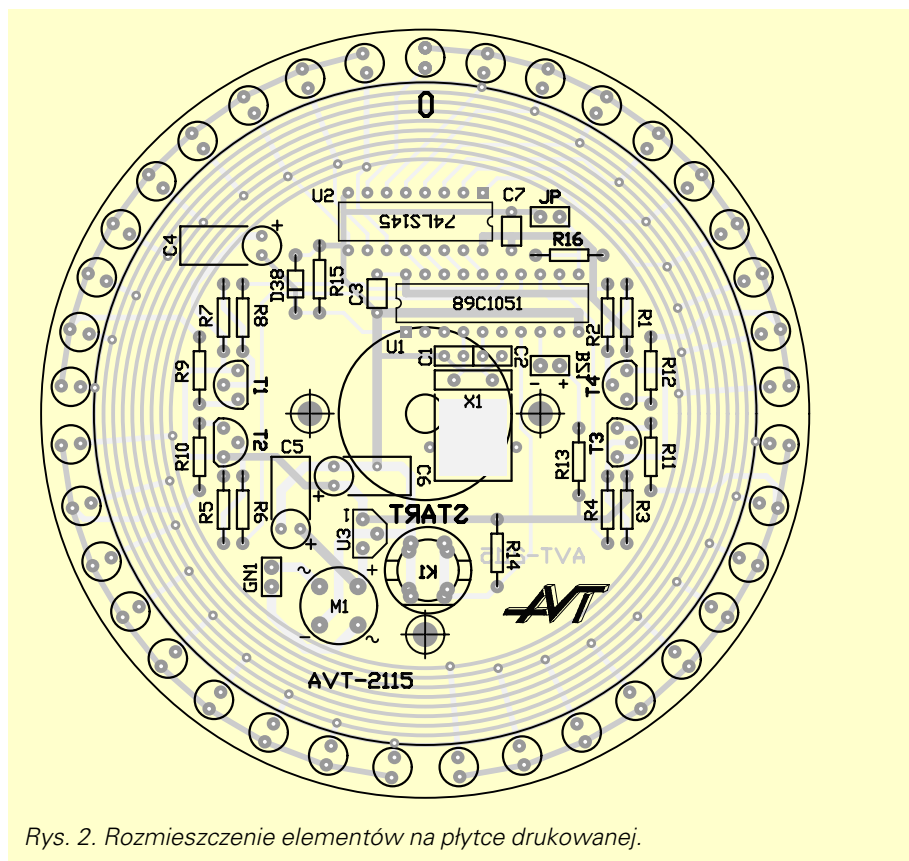
Po tych czynnościach pozostaje sprawdzenie poprawności montażu, biegunowości i polaryzacji diod i kondensatorów elektrolitycznych, zimnych lutów i usunięcie ewentualnych zwarć na płytce po zakończonym lutowaniu.

Ostatnią czynnością jest przykręcenie głośniczka piezoelektrycznego BZ1 do płytki drukowanej od strony diod LED za pomocą dwóch śrub M2 używając do tego celu krótkich podkładek dystansowych o szerokości ok.3mm. Końcówki BZ1 należy wlotować w odpowiednie otworki na złączu BZ1 (czerwony przewód głośniczka do "+", czarny do "-"). Pozostaje jeszcze zamontowanie włącznika K1, który także montujemy "od frontu" naszej ruletki. Zwolennicy zasilania bateryjnego powinni wlotować także złączkę do baterii 9V (popularną "kijankę").

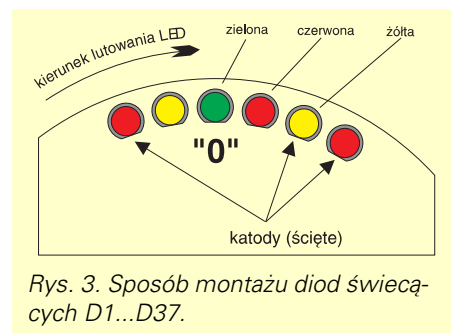
Teraz można przystąpić do uruchomienia układu. Potrzebny będzie miliamperomierz (z zakresem min. 200mA) woltomierz napięcia stałego (z zakresem 20V), zamiast dwóch ostatnich można oczywiście użyć miernika uniwersalnego. Do zasilenia układu najlepiej użyć na początek nowej baterii 9V, którą podłączamy do złącza GN1 (polaryzacja nie jest istotna).

Uwaga! Na tym etapie nie należy jeszcze wkładać układów scalonych U1 i U2.

Miernikiem mierzymy napięcie na wyjściu układu stabilizatora U3, powinno wynosić 5,00V (dopuszczalna odchyłka 5%). Jeżeli tak nie jest, należy sprawdzić prawidłowość (kierunek jego montażu). Po upewnieniu się o właściwym zasilaniu całego układu, odłączamy zasilanie i rozładowujemy kondensatory blokujące, poprzez np. chwilowe zwarcie końców-



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.



Rys. 3. Sposób montażu diod świecących D1...D37.

wiek 20 i 10 podstawki pod układ U1. Następnie wkładamy w podstawki układy scalone U1 i U2 zwracając uwagę na właściwy kierunek. Teraz najważniejszy moment, włączenie zasilania kompletnego układu. Warto przed tym w szereg z baterią podłączyć miliamperomierz. Po załączeniu na chwilę zapali się dioda zielona ("0"), po czym rozpocznie się i tu uwaga... część demonstracyjna działania naszej ruletki, czyli wspomniany wcześniej "wodotrysk". Amperomierz powinien wskazać nie więcej niż 50...60 mA. Jeżeli pobór prądu przekracza 100 mA, świadczy to o jakimś zwarceniu na płytce drukowanej, które należy odszukać i usunąć.

Jeżeli wszystko przebiegło pomyślnie, a na tarczy naszej gry pojawiło się "demo" to nasza ruletka jest gotowa do pracy.

## Obsługa elektronicznej ruletki

Wszystkim Czytelnikom należy się wyjaśnienie dotyczące wspomnianej części demonstracyjnej. Otóż autor stwierdził ponad wszelką wątpliwość, że tak ładne (wizualnie) urządzenie wyposażone aż w 37 różnokolorowych diod LED, poważny układ scalony - mikroprocesor - oprócz standardowej obsługi gry mógłby wykazać się czymś więcej. Czy przypominacie sobie, drodzy Czytelnicy, wszechobecne bilardy elektroniczne lub inne automaty do gry, które podczas nieużywania przez graczy (przy włączonym zasilaniu) migają na wszystkie różne sposoby wszystkim, co mają świecącego, tak aby zwrócić na siebie uwagę i oczywiście zachęcić do gry. Nasze urządzenie oprócz zachęcania do zabawy może posłużyć jako ozdoba ścienna bądź nawet choinkowa, bowiem wierzcie mi na słowo, ono potrafi zapalać po kolei wszystkie 37 diod tak szybko, iż mamy wrażenie efektu "płynącego światła", karuzeli, półksiężycy, i czego tylko nasza wyobraźnia zapragnie.

Program demonstracyjny uruchamia się automatycznie po każdorazowym włączeniu zasilania ruletki, oraz w przypadku gdy użytkownik nie losował przez ostatnie 4 minuty (nie używał przycisku K1), a być może zapomniał wyłączyć urządzenie. Program ten można oczywiście przerwać w każdej chwili naciskając K1, zapala się wtedy dioda zielona, a układ czeka na powtórne naciśnięcie K1 celem rozpoczęcia losowania.

Klawisz K1 spełnia także dodatkową funkcję. Otóż jeżeli denerwuje nas dźwięk wydobywający się z bzyczka, łatwo można go wyłączyć. W tym celu podczas włączania zasilania ruletki należy przytrzymać na chwilę K1, gwarantuje że

układ nie piśnie ani słowem.

A tak na marginesie, pewnie interesuje Was, na ile losowo wybierana jest liczba w każdym losowaniu. Otóż sposób losowania jest zupełnie przypadkowy, co zapewnia równomierny rozkład losowania każdej z liczb w nieskończonym okresie czasu. Zabrzmiało to trochę jak definicja z matematyki, lecz taka jest prawda, wszakże nie możemy zapominać, że w prawdziwych grach losowych podstawową rzeczą jest przypadek. A swoją drogą może któryś Czytelnik domyśli się, w jaki sposób realizuje się losową generację wyniku w naszym urządzeniu?

Na koniec pozostaje mi życzyć wszystkim dużo uciechy z użytkowania elektronicznej ruletki oraz wiele wygranych... oczywiście zapalek.

**Sławomir Surowiński**

## SPIS ELEMENTÓW

### Rezystory

R1, R3, R5, R7: 3kw  
R2, R4, R6, R8: 1kw  
R9...R12: 82w  
R13, R14, R16: 1kw  
R15: 8,2kw

### Kondensatory

C1, C2: 30pF  
C3, C7: 100nF  
C4: 10µF/10V  
C5: 220µF/16V  
C6: 100µF/10V

### Półprzewodniki

U1: zaprogramowany 89C1051 (AVT-2115)  
U2: 74LS145  
U3: 78L05  
T1...T4: BC557  
D1...D37: LED fi=5mm, 1 zielona, 18 żółtych i 18 czerwonych  
D38: 1N4148  
M1: mostek 1A/50V

### Różne

X1: rezonator kwarcowy 6MHz  
K1: włącznik chwilowy (miniswitch)  
BZ1: głośniczek piezo z generatorem  
podstawki pod u.s. DIL20 i DIL14 po 1 szt.  
złączka do baterii 6F22 (kijanka)  
płytki drukowana AVT-2115 (sprzedawana wyłącznie z zaprogramowanym układem U1, w cenie płytki uwzględniono jego koszt)