

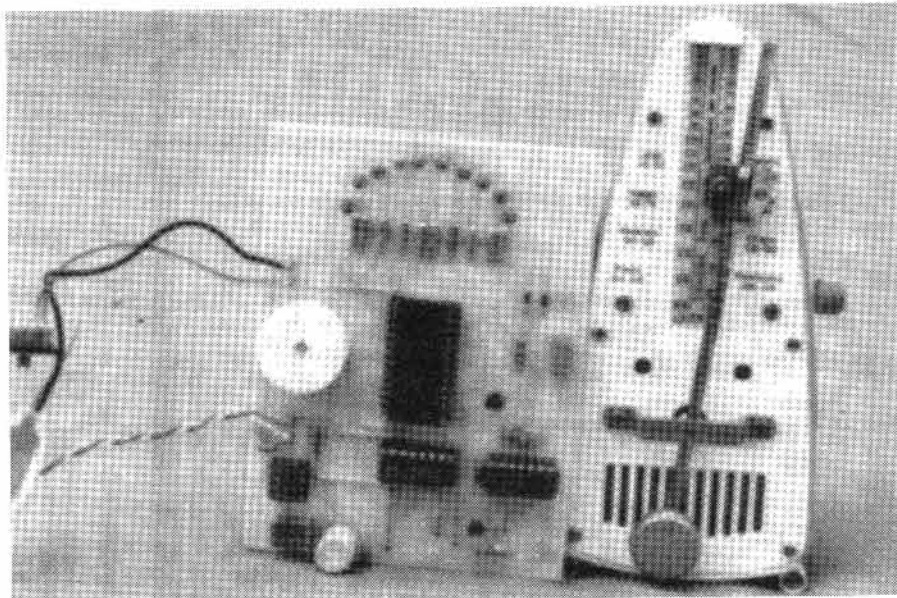
# Metronom z ruchomym wyświetlaczem

*Tradycyjny metronom mechaniczny z ciężarkiem na wahającym się ramieniu, wyznacza rytm akustycznie i wizualnie. W wielu prostych metronomach elektronicznych pominięto efekt wizualny, zadowolając się wybijaniem taktu błyskami LED.*

*Opisany w artykule metronom z ruchomym wyświetlaczem jest pozbawiony tej wady. Zastosowano w nim 16-kanalowy multipleks-demultiplekser i wyświetlacz wykonany z 10 LED.*

*Wahadło mechanicznego metronomu zbliżając się do końcowych pozycji zmniejsza szybkość. Efekt ten jest elektronicznie symulowany przedłużeniem świecenia skrajnych LED wyświetlacza. Dzięki temu ruch świecącego punktu wyświetlacza przypomina ruch swojego mechanicznego odpowiednika.*

*Tykanie metronomu zostało zastąpione dźwiękiem brzęczyka piezoelektrycznego.*



## Opis układu

Kompletny schemat metronomu z ruchomym wyświetlaczem jest przedstawiony na rys. 1. Rdzeniem układu jest IC3, który może zostać funkcjonalnie przyrównany do 16-pozycyjnego przełącznika jednoobwodowego. Dla osiągnięcia wierniejszej symulacji ruchu wahadła zewnętrzne LED świecą dłużej niż środkowe. Przy dziesięciu LED na skrajne pozycje pozostaje sześć dodatkowych pozycji, które zostały wykorzystane do uzyskania opóźnienia.

Dzięki połączeniu D1 z trzema wyprowadzeniami Y0, Y1 i Y2, a D2 z dwoma Y3 i Y4, D1 świeci przez czas wyznaczony trzema impulsami zegarowymi, a D2 dwoma impulsami. Każda z LED D3...D8 świeci przez czas wyznaczony jednym impulsem zegarowym, D9 zaś dwoma a D10 trzema, podobnie jak D1 i D2. Powstaje w ten sposób efekt wizualny oscylującego wahadłowym ruchem punktu świetlnego o szybkości malejącej na krańcach drogi.

LED są przełączane przez IC3 sterowany doprowadzonym do wejść A0...A3 (końcówki 10, 11, 14 i 13) 4-bitowym sygnałem

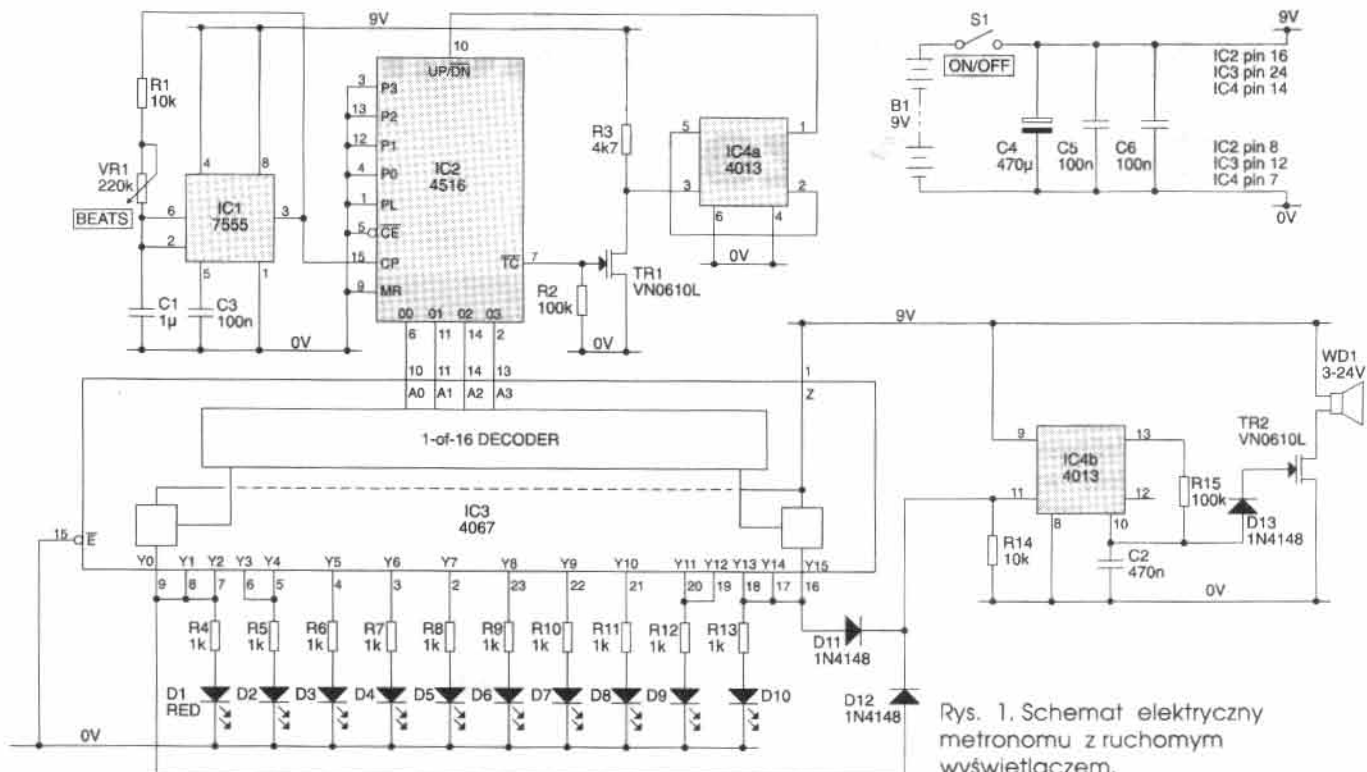
dwójkowym. Sygnału tego dostarcza IC2, 4-bitowy dwukierunkowy licznik dwójkowy typu 4013.

Gdy licznik IC2 doliczy do 16, kierunek liczenia musi zostać zmieniony, aby odwrócić kierunek ruchu świecenia LED. Do tego celu służy połówka IC4 (przerzutnik typu D).

Po osiągnięciu przez IC2 stanu 16, jego wyjście 7 na jeden impuls zegarowy przechodzi w stan niski. Sygnał ten zostaje odwrócony przez tranzystor polowy TR1 i skierowany do wejścia 3 przerzutnika IC4a powodując jego przerzut, a w konsekwencji przejście w stan niski wyjścia 1 i połączonego z nim wejścia 10 licznika IC2. To z kolei wywołuje zmianę kierunku liczenia licznika. Gdy osiągnie on stan 0, wyjście 7 ponownie przez czas trwania jednego impulsu zegarowego przechodzi w stan niski, ponownie przerzuca IC4a i ponownie zmienia kierunek liczenia.

## Szybkość liczenia

Szybkość liczenia wyznacza IC1, timer CMOS typu 7555. W zastosowanym układzie prze-



Rys. 1. Schemat elektryczny metronomu z ruchomym wyświetlaczem.

rzutnika astabilnego generuje on symetryczną falę prostokątną.

Od momentu gdy wyjście 3 IC1 jest w stanie niskim, a kondensator C1 jest rozładowany do połowy napięcia zasilania, rozładowuje się on nadal przez R1 i potencjometr VR1. Gdy napięcie na C1 spadnie do jednej trzeciej napięcia zasilania, przez połączone z nim wejście wyzwalające 2 zostanie przerzucony wewnętrzny przerzutnik w IC1 i wyjście 3 przechodzi w stan wysoki. Kondensator C1 zaczyna teraz ładować się przez R1 i VR1 do dwóch trzecich napięcia zasilania, przy którym przez wejście 6 wewnętrzny przerzutnik zostaje przerzucony z powrotem i C1 znowu zaczyna się rozładowywać. W ten sposób powstaje fala prostokątna.

Częstotliwość zegarową, czyli rytm w taktach na minutę, można zwiększać lub zmniejszać za pomocą VR1. Przy takich wartościach elementów jak na schemacie, można go zmieniać w granicach od 20 do 270. Zakres ten został nieco zwiększony w stosunku do standardowych metronomów ze względu na tolerancje elementów.

Tykanie metronomu jest generowane przy pomocy małego brzęczyka półprzewodnikowego WD1.

Impulsy rozświetlające D1 lub D10 za pośrednictwem diodowego układu OR, D11-D12-R14, wyzwalają przerzutnik monostabilny IC4b. Jego wyjście 13 przechodzi wtedy w stan wysoki i przez R15 zaczyna ładować kondensator C2, aż napięcie na nim (wejście 10) stanie się dostatecznie duże do ponownego przerzucenia przerzutnika do stanu początkowego. W następstwie tego C2 szybko rozładowuje się przez D13. Dzięki takiemu rozwiązaniu długość „tyknięcia” metronomu jest stała i nie zależy od długości impulsów zegarowych. Sygnał z wyjścia 13 IC4b przed doprowadzeniem do WD1 jest wzmacniany przez tranzystor TR2.

Kondensatory C4...C6 służą do blokowania zasilania. Układ pobiera w przybliżeniu około 7mA. Zamiast układu CMOS 7555 (IC1) można użyć zwykłego timera 555, ale wtedy pobór prądu wzrośnie o 3mA.

### Montaż

Układ metronomu montuje się na jednostronnej płytce drukowanej, której mozaika ścieżek i rozmieszczenie elementów są pokazane na rys. 2.

Kolejność montażu jest dowolna, jednak łatwiej jest go rozpo-

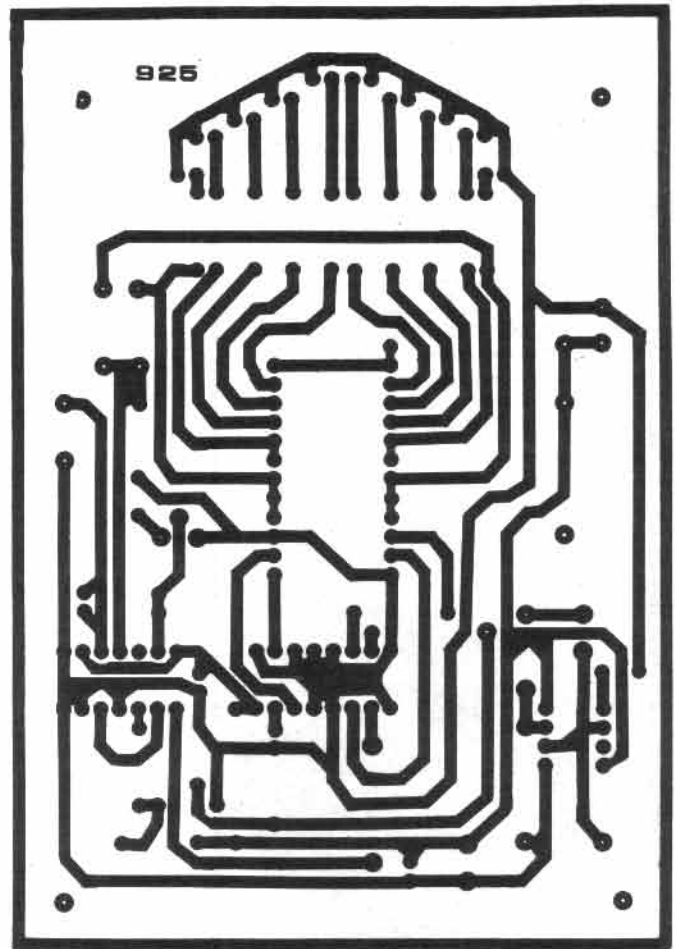
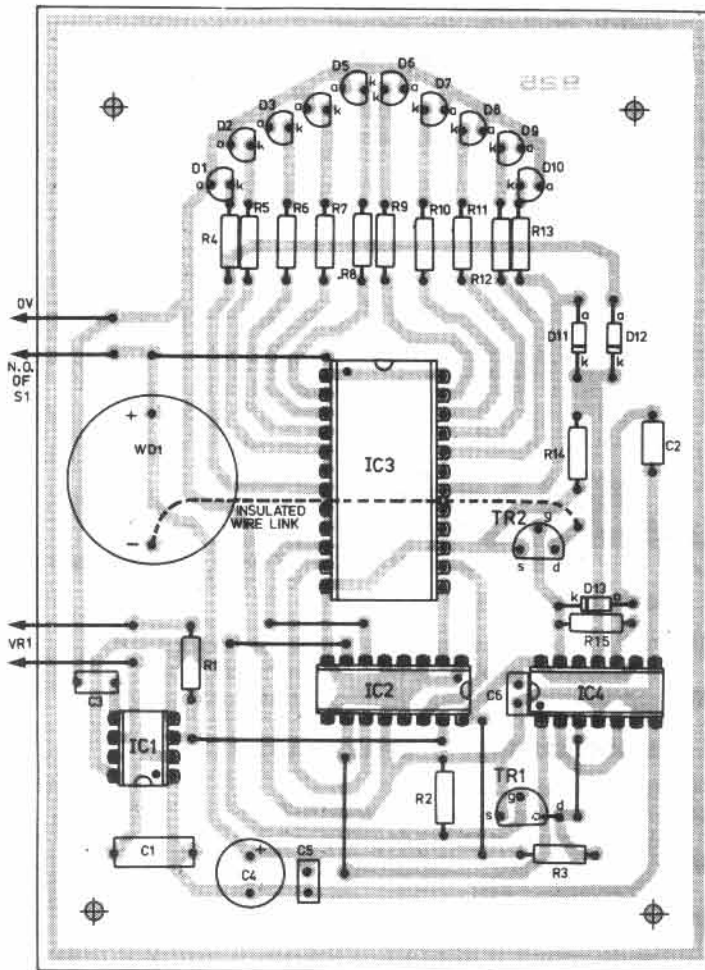
znąć od najmniejszych elementów, w tym zworek z drutu (ale zworę z drutu izolowanego wlotuje się później). Tranzystory TR1 i TR2 należy wmontować na końcu.

Trzeba zwrócić uwagę na właściwą polaryzację diod. Tranzystory TR1 i TR2 oraz układy IC1...IC4 są układami CMOS i trzeba zachować w stosunku do nich zwykłą w takich razach ostrożność. Brzęczyk WD1 jest elementem niskoprofilowym do montażu na płytce drukowanej. Od spodu jego obudowy jest oznaczona polaryzacja wyprowadzeń.

Na zakończenie montażu wszystkich elementów, należy przylutować zworę z izolowanego drutu, łączącą od strony ścieżek dren (d) TR2 z ujemnym biegunem brzęczyka WD1, zob. rys. 2. Na koniec należy połączyć z płytką suwakowy wyłącznik S1 z zatrzaskiem baterii oraz potencjometr VR1 w sposób pokazany na rys. 3.

### Sprawdzenie

Przed włączeniem metronomu należy dokładnie sprawdzić, czy wszystkie elementy zostały poprawnie przylutowane i czy pomiędzy ścieżkami płytki nie ma zwarcia.



Rys. 2 Mozaika ścieżek płytki drukowanej metronomu i rozmieszczenie na niej elementów. Zworka z izolowanego drutu jest przylutowana od strony ścieżek.

Po przyłączeniu baterii i włączeniu wyłącznika światła i od LED powinno poruszać się w sposób symulujący ruch wahadła. Jeżeli nic się nie dzieje, to trzeba odłączyć baterię i sprawdzić po-

łączenia. Jeżeli LED nie świecą się, prawdopodobnie zostały połączone odwrotnie. Wraz ze świeceniem skrajnych LED powinien dać się słyszeć brzęczyk. Jeżeli nie słyhać żadnego dźwięku,

## WYKAZ ELEMENTÓW

### Rezystory

0,25W, warstwowe węglowe

R1, R14: 10kΩ

R2, R15: 100kΩ

R3: 4,7kΩ

R4...R13: 1kΩ

VR1: 220kΩ potencjometr liniowy węglowy

### Kondensatory

C1: 1μF, poliestrowy

C2: 470nF, poliestrowy

C3, C5, C6: 100nF, monolityczny ceramiczny

C4: 470μF/16V, stojący

### Półprzewodniki

D1...D10: LED φ 3mm, czerwone

D11...D13: TN4148

TR1, TR2: VN0610L, FET n-kanalowy

IC1: 7555 timer CMOS

IC2: 4516 dwukierunkowy 4-bitowy licznik CMOS

IC3: 4067BEY 16-krotny analogowy przełącznik CMOS

IC4: 4013 podwójny przerzutnik CMOS typu D

### Różne

B1: Bateria 9V PP3 z zatrzaskiem

WD1: niskoprofilowy brzęczyk do druku

S1: pojedynczy subminiaturowy

przełącznik suwakowy

obudowa plastikowa

8-stykowa podstawka DIL

14-stykowa podstawka DIL

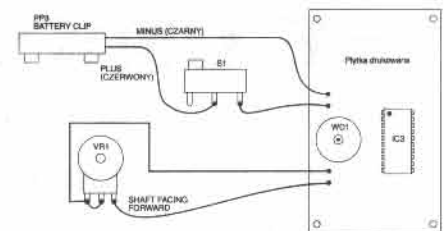
16-stykowa podstawka DIL

24-stykowa podstawka DIL

10 klipsów do LED (opcjonalne)

4 końcówki lutownicze

linka montażowa



Rys. 3. Połączenia płytki drukowanej z zatrzaskiem baterii, wyłącznikiem i potencjometrem.

trzeba sprawdzić połączenie drenu z ujemnym biegunem brzęczyka. Jeżeli jest ono w porządku, to być może WD1 jest połączony odwrotnie.

Pokręcanie VR1 w kierunku ruchu wskazówek zegara zwiększa szybkość przemieszczania się świecenia. Jeżeli jest odwrotnie, to znaczy że potencjometr VR1 został odwrotnie połączony.

### Carol Jackson

Artykuł publikujemy na podstawie umowy z redakcją miesięcznika „Everyday with Practical Electronics”.