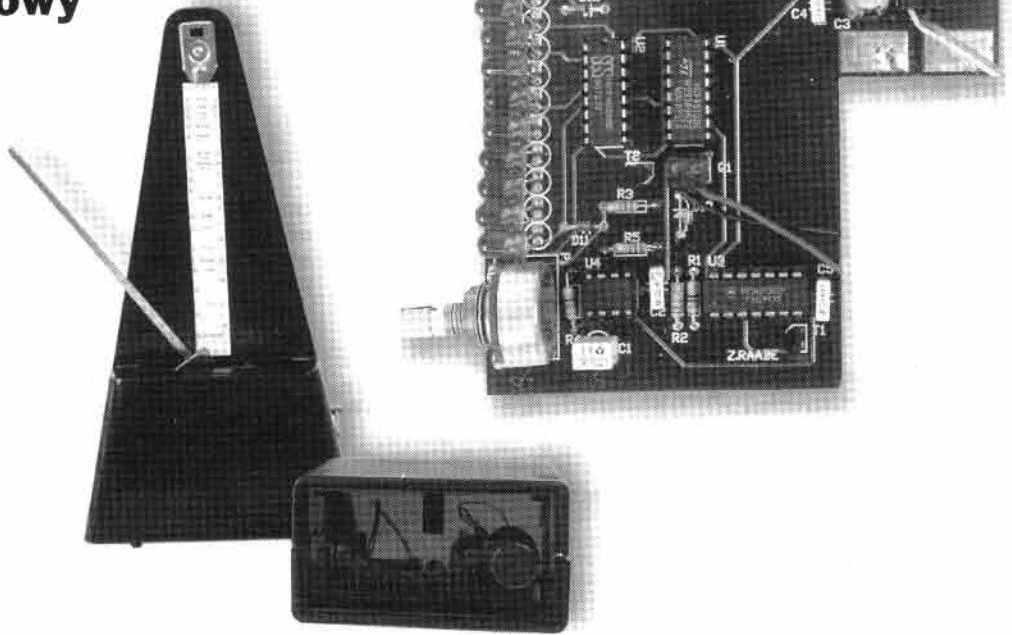


# Metronom cyfrowy

Nazwa projektu dość dobrze oddaje jego przeznaczenie, tak więc zamiast przybliżać Czytelnikom zamierzenia autora proponujemy od razu „rzucić się” do czytania...



Tym razem odpowiedź na pytanie o cel zbudowania proponowanego układu jest dla autora niezmiernie trudna. Zbudował on bowiem młotek, lecz niezbyt dobrze wie, jak nim wbijać gwoździe. Przyczyna tego jest prosta - otóż już w dzieciństwie spotkała autora niemiła przygoda: pewien rozjuszony słoń (sądząc z efektów mogło to być nawet całe stado słoń) nadepnął mu na ucho. Od tamtego czasu cechuje go pierwszy stopień umuzykalnienia: możliwość rozróżnienia czy grają, czy nie! Natomiast wszystkie sprawy związane z muzyką, zasadami jej tworzenia czy wykonywania pozostały dla autora na zawsze tajemnicą. Projektując niżej opisane urządzenie kie-

rował się on wskazówkami bardziej umuzykalnionych Kolegów i danymi zaczerpniętymi z literatury. Pewną pociechą jest fakt, że jeżeli ktoś z Czytelników EP zechce zbudować elektroniczny metronom, to jest On zapewne także muzykiem i świetnie wie, do czego takie urządzenie służy!

Generując sygnały optyczne i akustyczne o regulowanej w szerokich granicach częstotliwości, metronom ułatwia zachowanie właściwego tempa wykonywanego utworu. Autor dokonał oględzin i prób metronomu fabrycznego, na którego skali zamiast pocziwych herców naniesione były jakieś dziwne napisy, już z daleka pachnące czarną magią. Tak więc nasz metronom elektronicz-

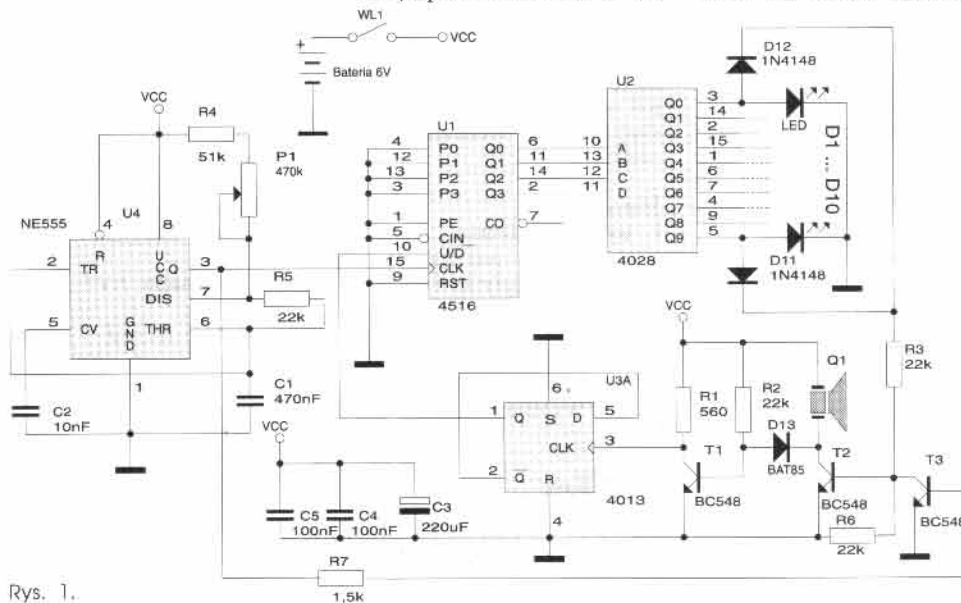
ny jest po prostu dokładnym odpowiednikiem urządzenia mechanicznego. Zakres regulacji częstotliwości jest identyczny jak w metronomie mechanicznym, wahadełko mechaniczne zostało zastąpione szeregiem diod świecących, a „coś” generujące „tyknięcia” - generatorem elektronicznym z przetwornikiem piezo. Z wartościami elementów podanymi na schemacie uzyskujemy zakres częstotliwości od „GRAVE” do „PRESTISSIMO”, czyli od 40 do 208 taktów na minutę.

## Opis układu

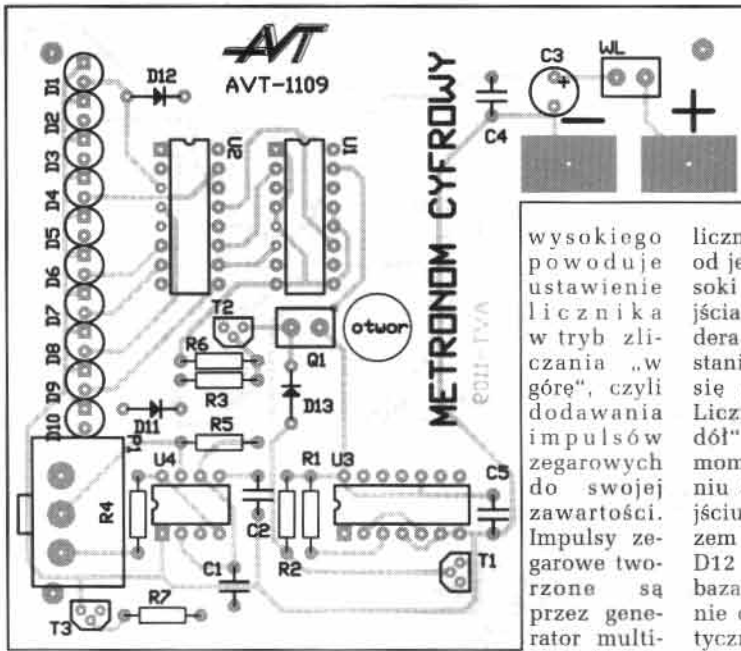
Schemat elektryczny metronomu cyfrowego pokazany został na rys.1. Cztery układy scalone, dziesięć diod LED i garstka elementów dyskretnych, to wszystko. Jest to układ, który można zmontować i uruchomić w ciągu dosłownie kilkunastu minut.

Najważniejszym elementem układu metronomu jest rewersyjny licznik binarny 4516. Jest to ciekawy układ, posiadający duże możliwości, które w naszym urządzeniu zostały wykorzystane tylko w niewielkim stopniu. Całkowicie zbędna okazała się na przykład funkcja programowania licznika, czyli możliwość rozpoczynania zliczania od zadanej liczby. Wykorzystaliśmy jedynie funkcję zmiany kierunku zliczania impulsów - licznik może dodawać je do swojej zawartości lub odejmować.

Analizę pracy układu rozpoczniemy w losowo wybra-



Rys. 1.



Rys. 2.

nym momencie, ponieważ układ nie posiada żadnej funkcji zerowania po włączeniu zasilania i swoją pracę rozpoczyna także w przypadkowym stanie. Załóżmy więc, że na wyjściu Q przerzutnika 4013 - U3A panuje stan wysoki. Wyjście to połączone jest z wejściem U/D (ang. Up/Down) licznika U1. Wymuszenie na tym wejściu stanu

cyfrowy). A zatem na wejściu U/D licznika U1 pojawi się teraz stan niski, zmieniając tryb jego pracy na liczenie „w dół”. Kolejny impuls zegarowy doprowadzony do wejścia CLK tego licznika zostanie teraz odejty od jego zawartości i stan wysoki „przesunie” się z wyjścia Q9 na wyjście Q8 dekodera U2. Tranzystor T2 przestanie przewodzić i zakończy się generowanie dźwięku. Licznik U1 liczy teraz „w dół” i kolejny przelomowy moment nastąpi po wystąpieniu stanu wysokiego na wyjściu Q0 dekodera. Tym razem za pośrednictwem diody D12 zostanie spolaryzowana baza tranzystora T2, ponownie odezwie się sygnał akustyczny i ponownie na wejściu przerzutnika pojawi się dodatnie zbocze sygnału. Teraz jednak na wyjściu przerzutnika powstanie stan wysoki i licznik U1 zacznie dodawać impulsy zegarowe do swojej zawartości. Po pierwszym takim impulsie stan wysoki przesunie się z wyjścia Q0 na wyjście Q1 dekodera, ustanie generowanie sygnału akustycznego i cała historia zacznie powtarzać się od początku. Tranzystor T3 zwiera bazę tranzystora T2 do masy podczas występowania wysokiego poziomu impulsów zegarowych z multiwibratora U4. Zapewnia to jednaki czas każdego „tyknięcia” niezależnie od częstotliwości zegara.

Wynikiem opisanego działania układu jest imitowanie przez kolejno zapalane diody ruchu wahadła metronomu mechanicznego. Za każdym razem kiedy światełko dochodzi do punktu zwrotnego, odzywa się sygnał akustyczny, co także naśladuje pracę mechanicznego pierwowzoru.

**Montaż i uruchomienie.**

Na rys.2 pokazano mozaikę ścieżek płytki drukowanej i rozmieszczenie elementów. Płytkę drukowaną została zaprojektowana niezbyt oszczędnie, ale takie a nie inne jej wymiary zostały wy-

muszone przez typ zastosowanej obudowy i konieczność stworzenia odpowiedniego „pomieszczenia” dla koszyczka z bateriami zasilającym układ. Montaż układu wykonujemy w zasadzie w typowy sposób, rozpoczynając od elementów najmniejszych, a kończąc na wlotowaniu potencjometru. Komentarz wymaga jedynie sposób wlotowania dziesięciu diod świecących. Zalecaną metodą jest zagięcie wyprowadzeń diod pod kątem prostym i wlotowanie ich w płytkę tak, jak pokazano na rys.3.

Komentarz wymaga jeszcze rodzaj zastosowanego potencjometru. W układzie modelowym użyty został potencjometr obrotowy i pod taki właśnie potencjometr została zaprojektowana płytkę. Rozwiązanie takie ma jednak jedną wadę: dość trudno jest nanieść skalę z wartościami częstotliwości w formie koła otaczającego ośkę potencjometru. W wielu wypadkach korzystniejsze może się okazać użycie potencjometru suwakowego, umieszczonego na płycie czołowej ponad diodami świecącymi. Wykonanie skali do takiego potencjometru będzie znacznie łatwiejsze.

Zmontowany układ nie wymaga regulacji ani uruchamiania i natychmiast działa poprawnie. Do zasilania urządzenia najlepiej użyć czterech baterii R6 (lub akumulatorów) umieszczonych w koszyczku. Samo połączenie elektryczne pomiędzy bateriami i płytką możemy zrealizować za pomocą styków ze sprężystej blachy przylutowanych do dużych pól lutowniczych na płytce. Pewniejsze jednak wydaje się wykonanie tego połączenia za pomocą odcinków elastycznego przewodu. Włącznik zasilanie montujemy na tylnej ścianie obudowy, natomiast zamiast ścianki przedniej stosujemy filtr o kolorze zastosowanych diod.

**Zbigniew Raabe, AVT**

*Kompletny układ i płytki drukowane są dostępne w ofercie AVT pod oznaczeniem AVT-1109.*



Rys. 3.

**WYKAZ ELEMENTÓW**

**Rezystory**

- P1: 470KΩ/A obrotowy
- R1: 560Ω
- R2, R3, R5, R6: 22kΩ
- R4: 51kΩ
- R7: 1,5kΩ

**Kondensatory**

- C1: 470nF
- C2: 10nF
- C3: 220μF/10V
- C4, C5: 100nF

**Półprzewodniki**

- D1...D10: LED φ3
- D12, D11: 1N4148 lub odpowiednik
- D13: BAT85 lub odpowiednik
- T1, T2, T3: BC548 lub odpowiednik
- U1: 4516
- U2: 4028
- U3: 4013
- U4: NE555

**Różne**

- Q1: przetwornik piezo z generatorem
- WL1: włącznik
- Koszyk na baterie R6
- Galka do potencjometru
- Obudowa KM48N
- Filtr czerwony KM48