

# Miernik BPM

*Elektroakustyka i technika odtwarzania dźwięku to dziedziny, mogące stać się - dla nas elektroników - pasjonującą przygodą, gdy zaczniemy rozwiązywać problemy naszych przyjaciół - "disc-jockeys". Proponujemy wszystkim animatorom dyskotek wielce przydatny miernik, który dziś wydaje się być niemal niezbędny w ich pracy.*



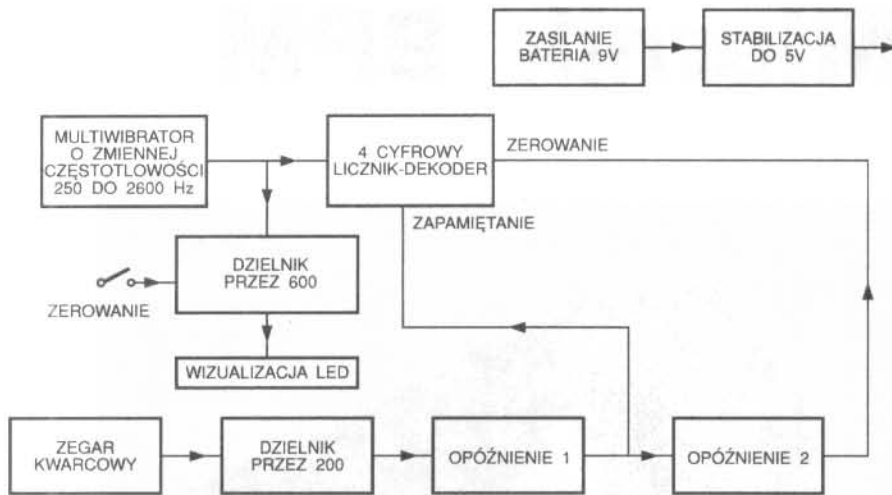
## Wstęp

Co to jest miernik BPM? Do czego służy? Przez kogo jest używany? Oto pytania, które zapewne postawią sobie nasi Czytelnicy. Spróbujmy więc zaraz na wstępie pokrótce na nie odpowiedzieć.

Najpierw przypomnijmy sobie wiadomości na temat techniki odtwarzania dźwięku w dyskotecce.

W przypadku miksowania dźwięku z dwóch różnych źródeł jest konieczne (zwłaszcza w muzyce), aby ich rytm (tempo) był jak najlepiej zsynchronizowany (analogicznie jak się to robi z miksowaniem obrazów video). W przeciwnym bowiem wypadku efekt będzie żałosny z punktu widzenia akustyki. Ponieważ rzadko się zdarza, aby rytm muzyki z kolejno odtwarzanych płyt miał to samo tempo, wykonanie tego jest raczej dość skomplikowane. Zwykle robi się to zmieniając nieco obroty płyt, tak aby uzyskać płynne przejście między rytmami muzyki odtwarzanej z obu płyt. Taki sposób postępowania wymaga dużej zręcz-

ności ze strony disc-jockeja. Realizację zadania może bardzo ułatwić miernik BPM. BPM (basse par minute), czyli uderzenia na minutę, to jednostka wyrażająca tempo muzyki, jej swoisty „puls”. Znajomość BPM wszystkich płyt z naszej płytki może znacznie ułatwić pracę. Dla przykładu, niech BPMA i BPMB oznaczają tempo dwóch różnych utworów muzycznych A i B. Załóżmy, że  $BPMB = 2 \text{ BPMA}$ . Aby w czasie miksowania uzyskać dobry efekt akustyczny, należy zsynchronizować rytm dla obu utworów, zwiększając nieco obroty płyty A, a zmniejszając obroty płyty B. Miernik BPM pozwala w prosty sposób dobrać współczynniki zmiany szybkości obrotów płyt w momencie miksowania. A oto sposób użycia naszego miernika: po włączeniu należy, regulując potencjometrem, zgrać częstotliwość migotania diody LED z rytmem badanej płyty. Przycisk synchronizacji umożliwia rozpoczęcie synchronizacji LED na „top synchro” muzyki. Wskazanie na wyświetlaczu cyfrowym pokaże dokład-



Rys. 1. Schemat blokowy miernika BPM

ną wartość BPM. Czas wykonania pomiaru zależy od wprawy użytkownika.

Zanim przystąpimy do technicznego opisu przyrządu zwróćmy uwagę na jego najważniejsze właściwości:

- zasilanie z baterii 9V (co pozwala na dużą swobodę użytkownika);
- wyświetlanie w kolorze zielonym (ułatwiające pracę w półmroku dyskotek);
- zakres pomiaru BPM 25 do 260;
- małe rozmiary;
- prosta obsługa;
- łatwo dostępne elementy.

**Opis ogólny**

Schemat blokowy miernika przedstawiono na rys. 1. Układ jest zasilany z baterii 9V poprzez stabilizator 5V. Wynik jest przedstawiany na czterocyfrowym, siedmiosegmentowym wyświetlaczu elektroluminescencyjnym. Licznik-dekoder jest sterowany układem kwarcowym o okresie 1s. Dzięki zastosowaniu układów opóźniających 1 i 2, co sekundę są wykonywane dwie operacje:

- zapamiętanie i blokada wyświetlania
- wyzerowanie licznika.

Z multiwibratora do licznika są podawane impulsy o zmiennej częstotliwości, odpowiadające rytmowi muzyki (BPM). Należy zaznaczyć, że multiwibrator generuje impulsy o częstotliwości dziesięciokrotnie większej niż podany wyżej zakres BPM, dzięki czemu można otrzymać odczyt czterocyfrowy z jednym miejscem po przecinku. Konieczność pod-

ziału częstotliwości przez 600 wynika z jednosekundowego czasu pomiaru wielkości liczonej na minutę. Rozpatrzmy przykład liczbowy: niech BPM wynosi 60, zatem odczyt w postaci 060,0 wymaga częstotliwości multiwibratora 600Hz, a ponieważ wyświetlacz jest włączany z częstotliwością 1Hz, to częstotliwość multiwibratora trzeba podzielić przez 600. Miernik BPM nie wymaga wzorcowania. Przycisk zerujący wyświetlacz równocześnie kasuje dzielnik przez 600, zatem w każdej chwili można dokony-

wać synchronizacji migotania LED z mierzonym rytmem. Zasada działania jest więc bardzo prosta.

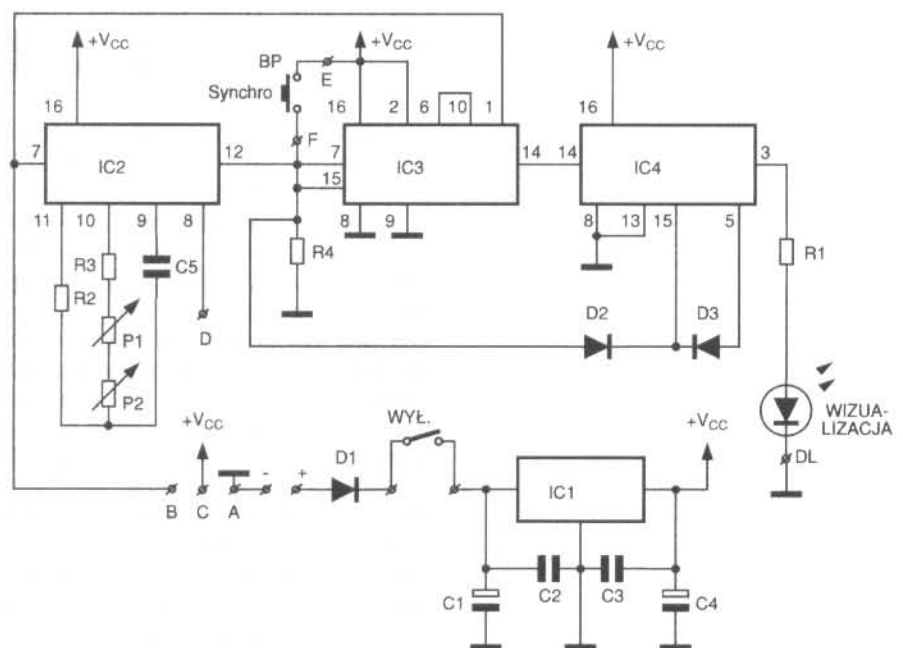
**Opis szczegółowy**

**Płytk synchronizacji - dolna (rys. 2)**

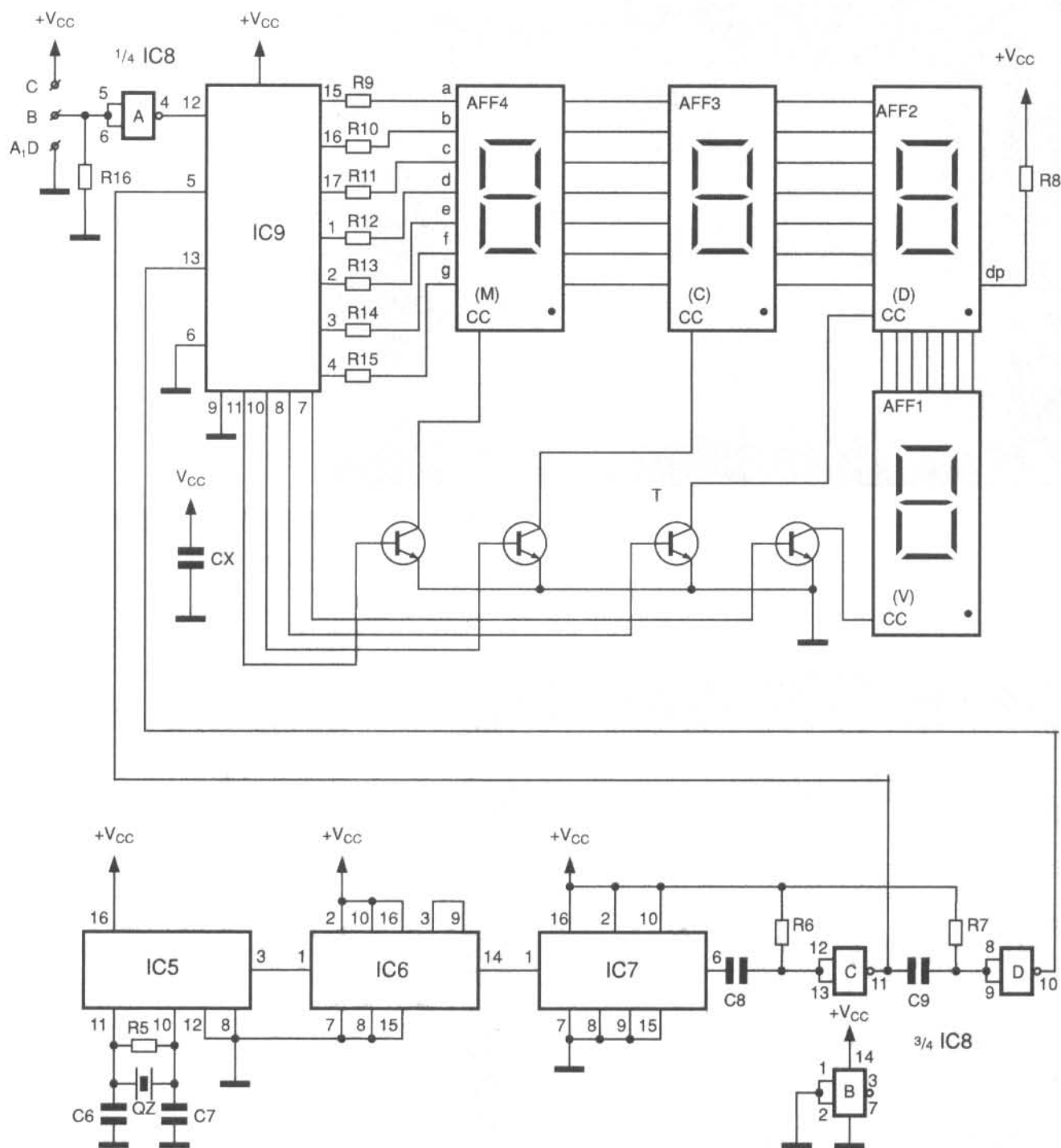
Napięcie z baterii jest dostarczane poprzez wyłącznik WYŁ i diodę zabezpieczającą D1 do stabilizatora IC1 (7805). Kondensatory C1 do C4 zapewniają filtrację. Układ scalony IC2 (4060) pracuje jako multiwibrator dostarczający impulsów o częstotliwości regulowanej w zakresie od 255 do 2582Hz. Do regulacji częstotliwości służy obwód złożony z elementów R3, P1, P2 i C5. Impulsy multiwibratora, po 600-krotnym zmniejszeniu ich częstotliwości za pomocą liczników IC3 i IC4, są doprowadzane do diody kontrolnej LED, powodując jej pulsujące świecenie (migotanie).

**Płytk wyświetlacza - górna (rys. 3)**

Układ scalony IC5 wraz z kwarcem Qz oraz układami IC6 i IC7 stanowi generator taktujący, dostarczający co sekundę impulsów, które za pośrednictwem układów opóźniających C i D, wchodzących w skład układu IC8,ysterowują licznik-dekoder IC9. Licznik-dekoder wraz z siedmiosegmentowymi wys-



Rys. 2. Schemat elektryczny płytki synchronizacji



Rys. 3. Schemat elektryczny płytki wyświetlacza

wielkosciami AFF1, AFF2, AFF3 i AFF4 stanowi klasyczny układ zobrazowania wyniku pomiaru w czterocyfrowym formacie (0000 do 9999). Stałe świecenie kropki dziesiątej w AFF2 uzyskano dołączając rezystor R8 do n. dp i linii zasilania +VCC. Impulsy z dolnej płytki są odwracane w układzie IC8/A przed podaniem do zliczania.

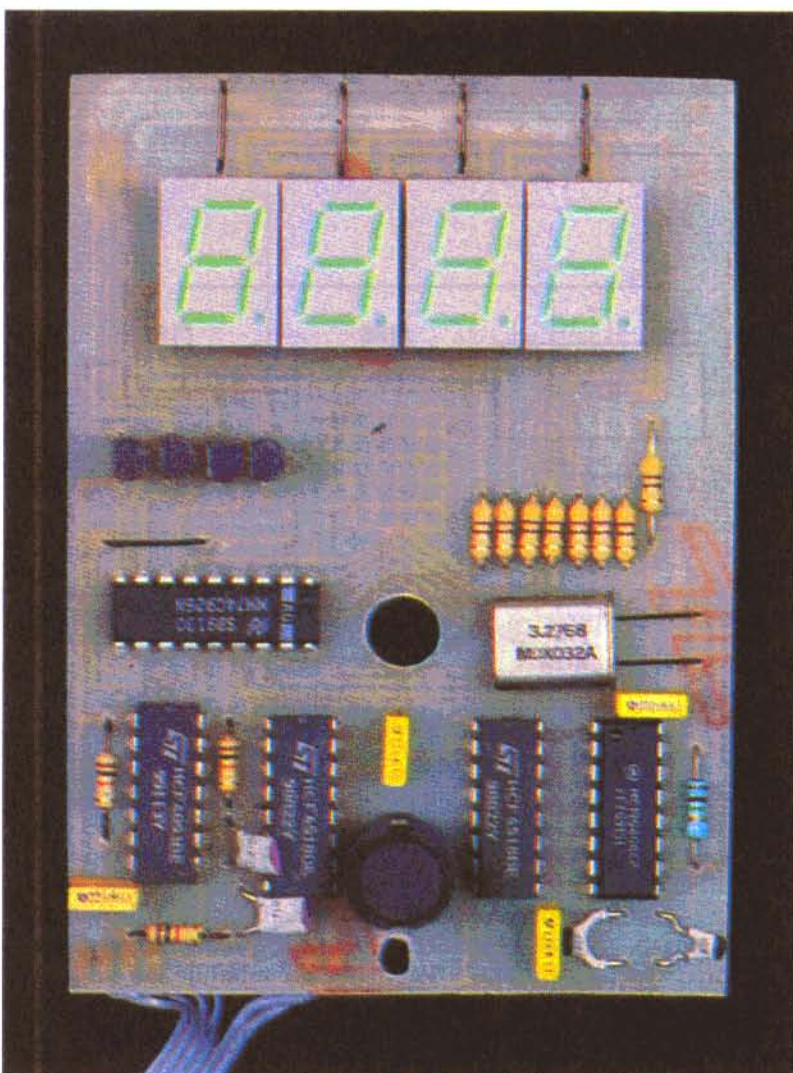
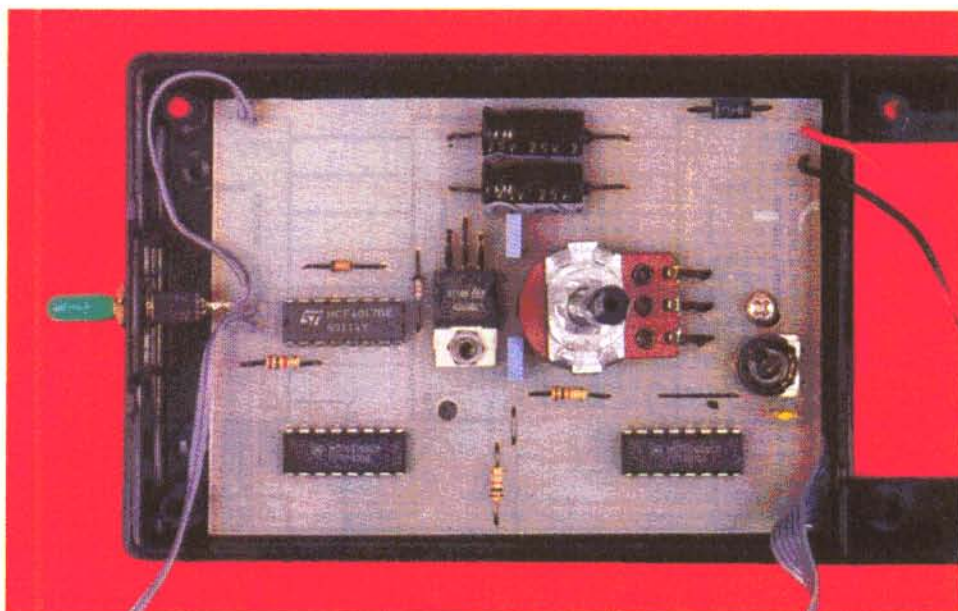
### Montaż

Przyrząd składa się z dwóch płytek drukowanych, umieszczonych jedna nad drugą w plastikowym pudełku. Rysunki mozaik ścieżek obu płytek drukowanych są umieszczone na wkładce. Na rys. 4 i 5 przedstawiono rozmieszczenie elementów na tych płytkach. Przy montażu

należy pamiętać o wlutowaniu zwór.

Rysunek 6 pokazuje sposób okablowania miernika (m. in. pokazano połączenia, jakie należy wykonać pomiędzy obiema płytkami). Potencjometr montuje się na płycie dolnej.

Szczegóły montażu są pokazane na fotografiach.



### WYKAZ ELEMENTÓW

#### Rezystory 0,25W

- R1: 1k $\Omega$
- R2: zwora lub dlobierany
- R3, R4, R6, R7, R16: 10k $\Omega$
- R5: 1M $\Omega$
- R8 do R15: 470 $\Omega$
- P1: potencjometr 10..22k $\Omega$ , liniowy
- P2: potencjometr 47k $\Omega$ , dostr. poziomy

#### Kondensatory

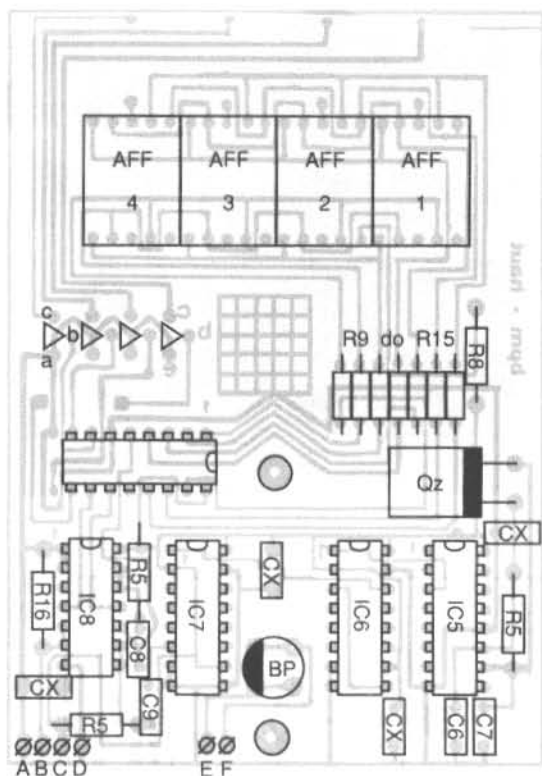
- C1, C4: 100 $\mu$ F/16V, elektrolit, osiowy
- C2, C3, Cx: 100nF, foliowy
- C5: 1nF, ceramiczny
- C6, C7: 22pF, ceramiczny
- C8, C9: 120pF, ceramiczny

#### Półprzewodniki

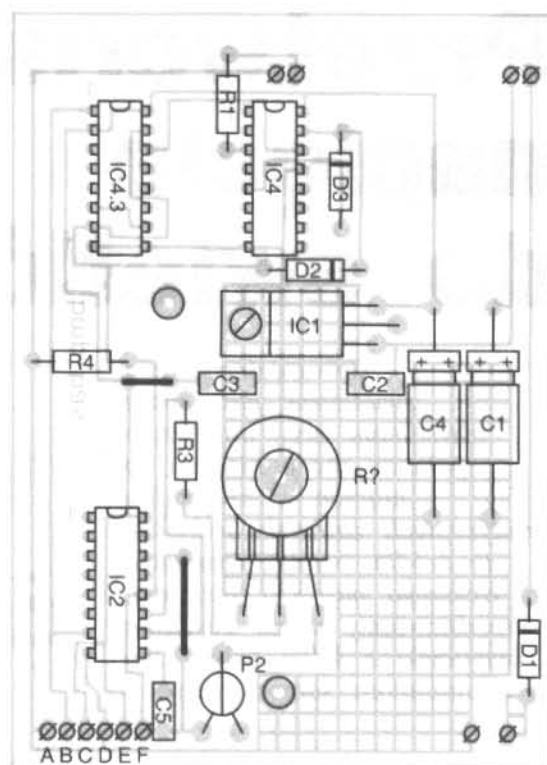
- D1: 1N4004
- D2, D3: 1N4148
- T: 4 tranzystory NPN BC547B
- IC1: stabilizator dodatni 7805 (TO 220)
- IC2, IC5: CMOS 4060
- IC3, IC6, IC7: CMOS 4518
- IC4: CMOS 4017
- IC8: CMOS 4093
- IC9: CMOS 74C926
- AFF1 do AFF4: wyświetlacze ze wspólną katodą, siedmiosegmentowe, zielone
- DL: LED  $\phi$  5 mm, czerwona, intens.

#### Różne

- Qz: kwarc 4MHz
- WYŁ: Wyłącznik 1-obw. do płyty czołowej
- 1 uchwyt baterii 9V (6F22)
- 1 pokrętło do potencjometru
- 1 przycisk czynny
- 1 pudełko plastikowe
- 1 okienko pleksi



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce wyświetlacza



Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na płytce synchronizacji

### Uruchomienie

Po włączeniu napięcia zasilania dioda kontrolna LED powinna migotać, a wyświetlacz wskazywać jakąś wartość (BPM). Pokręcanie potencjometrem P1 powinno wywoływać zmianę częstotliwości migotania LED i wyświetlanej wartości BPM. W razie potrzeby należy doregulować zakres zmian BPM za pomocą potencjometru P2, ewentualnie dobrać R2.

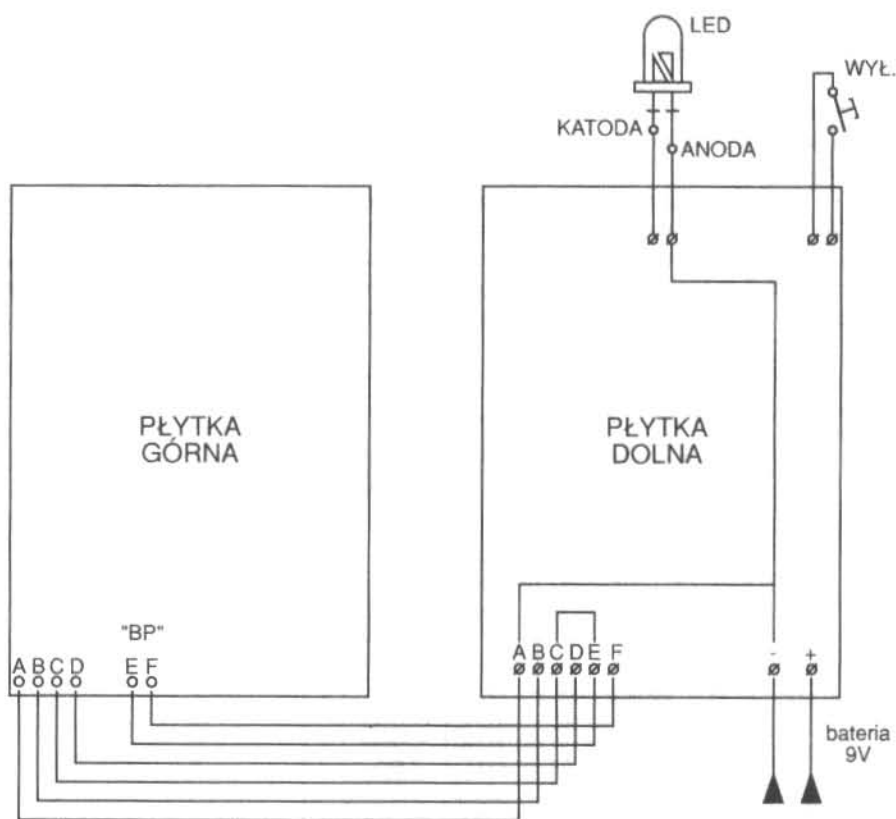
### Pomiar BPM

Posługując się potencjometrem P1 i przyciskiem zerowania należy doprowadzić do zsynchronizowania migotania LED z rytmem słuchanej muzyki. Po uzyskaniu pełnej synchronizacji odczytać wskazywaną wartość BPM.

### Zakończenie

Mamy nadzieję, że nasz aparat będzie pomocny disc-jockeyom w ich pracy. Oczywiście, zdajemy sobie sprawę, że nie może on rywalizować ze sprzętem profesjonalnym, niemniej amatorzy - prezenterzy muzyki mogą małym kosztem znacznie poprawić swoje wyposażenie techniczne.

EP



Rys. 6. Sposób okablowania miernika