

Elektroniczna pałka wyświetlająca napisy

Każdy z nas na pewno spotkał się z elektronicznymi diodowymi tablicami, które wyświetlają płynące napisy. Okazuje się, że podobne napisy można wyświetlać bez użycia kosztownej tablicy stosując tylko osiem diod świecących i tanią pamięć EPROM. Sygnalizator tego typu może służyć zarówno do zabawy, jak i spełniać funkcje ostrzegawcze, będąc na wyposażeniu samochodu.

Na wstępie przypomnę jak działa klasyczna diodowa tablica służąca do wyświetlania napisów. Tablica składa się z kilkudziesięciu kolumn zawierających po osiem diod świecących. Diody umieszczone są w jednakowych odstępach tworząc rodzaj matrycy. Kolumny połączone są w grupy (z reguły od 8 do 24 kolumn). W ramach każdej grupy stosowane jest wyświetlanie multipleksowane, które umożliwia znaczne zmniejszenie liczby elementów sterujących. Na przykład w tablicy z 96 kolumnami po 8 diod w każdej kolumnie mamy łącznie 768 diod. Przy zastosowaniu 24 kolumn w grupie otrzymujemy 4x8 układów sterujących wierszami i 24 układy sterujące czterema grupami jednocześnie.

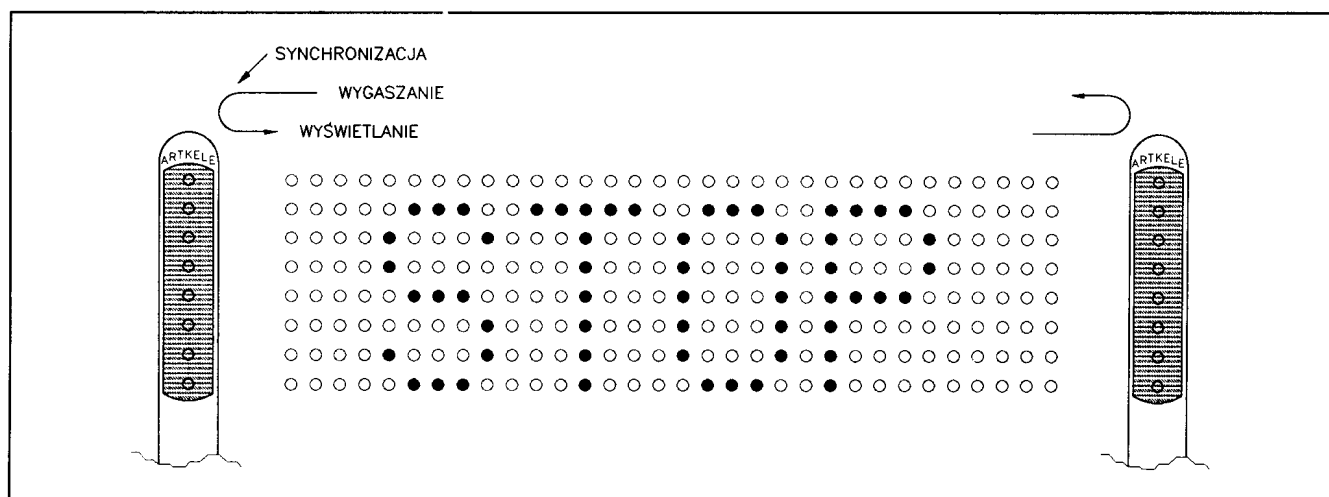
Przy sterowaniu multipleksowanym w danej chwili w każdej grupie zapalona jest tylko jedna kolumna. Czyli jednocześnie zapalonych jest tyle kolumn ile grup występuje w tablicy. Kolumny zapalane są kolejno od lewej strony do prawej, przy czym równocześnie zapalane są kolumny o tym samym numerze we wszystkich grupach. Jeżeli częstotliwość powtarzania zapalania danej kolumny jest większa niż 50 Hz, oko nie jest w stanie zauważyć migotania związanego z zapalaniem kolejnych kolumn. Chcąc uzyskać dużą jasność świecenia należy stosować diody o dużym emitowanym strumieniu świetlnym.

Zmieniając w każdej kolejnej kolumnie liczbę i układ zapalonych diod możemy utworzyć litery, a z nich napis. Dalszą modyfikacją jest zsynchronizowanie zmian układu zapalonych diod w kolumnie

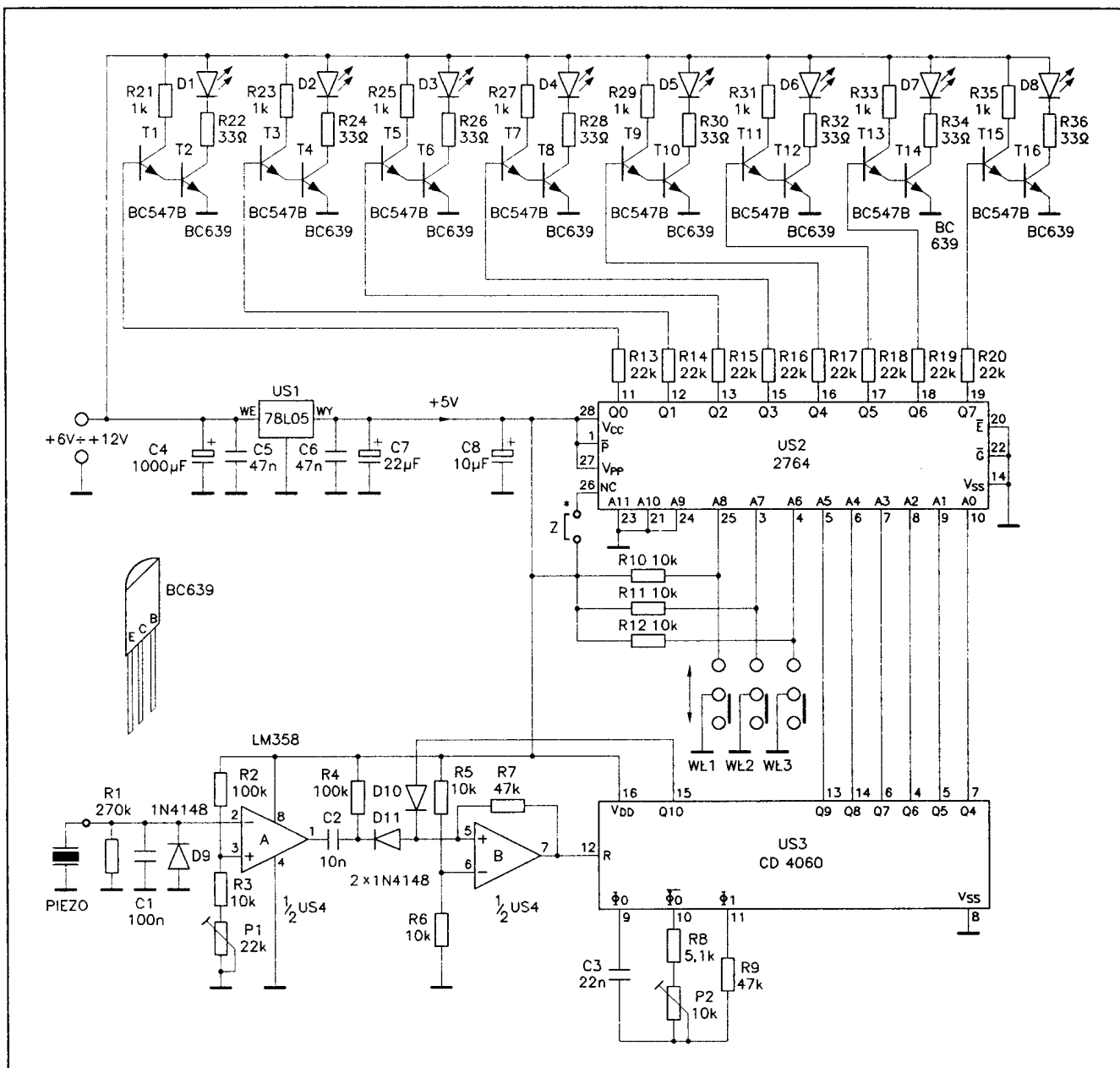
z powtarzaniem zapalania kolumn, co daje efekt przesuwanego się napisu.

Większość tablic świeci w kolorze czerwonym, lub rzadziej zielonym. Ciekawostką może być tablica świetlna która umożliwia świecenie w trzech kolorach: czerwonym, zielonym i żółtym. W tablicy tej stosuje się naprzemiennie w kolumnach diody świecące w kolorach czerwonym i zielonym (np. kolumny parzyste są zbudowane z diod czerwonych, a nieparzyste z zielonych, nie są to diody dwukolorowe, które charakteryzują się małą jasnością świecenia). Przy wyświetlaniu napisów czerwonych świecą tylko kolumny z diodami czerwonymi. Sterowanie odbywa się co drugą kolumnę. Oko podążając za płynącym napisem nie dostrzega wygaszonych kolumn z zielonymi diodami. W efekcie, mimo tego że świeci się tylko połowa kolumn odbiera się obraz wyglądający tak jak świeciłyby się wszystkie kolumny. Oczywiście złudzenie to znika w przypadku napisów statycznych (stojących) kiedy to wyraźnie widać, że świeci co druga kolumna. Podobnie dzieje się przy napisach zielonych. Natomiast napisy w kolorze żółtym uzyskuje sięysterowując kolumny czerwone i zielone po kolei. Mieszanie barw następuje w oku podążającym za płynącym napisem. Jeżeli w pierwszej kolumnie zapalane były diody w kolorze czerwonym, a w drugiej te same diody w kolorze zielonym, to w efekcie oko nałoży na siebie obraz obu kolumn, a jak wiadomo z sumowania koloru żółtego i zielonego powstaje kolor żółty. Czar ten pryska gdy napisy nie płyną. Widać wtedy mało czytelny obraz składający się z diod w dwóch kolorach podstawowych.

Powróćmy teraz do tematu zasadniczego, czyli pałki wyświetlającej napisy. Sposób wyświetlania napisów jest bardzo podobny do zastosowanego w tablicy świetlnej. Tam napis tworzy się z zapalanych kolejno kolumn diod, które są nieruchome. W pałce mamy jedną kolumnę, która jest ruchoma. Pałką trzeba machać aby uzyskać wrażenie nieruchomego napisu. Na



Rys. 1 Zasada działania pałki wyświetlającej napisy



Rys. 2 Schemat ideowy pałki wyświetlającej napisy

rysunku 1 przedstawiono sposób wyświetlenia napisu STOP. Załóżmy, że w chwili początkowej pałka znajduje się w lewej części rysunku. Jeżeli zaczniemy nią przesuwając w prawą stronę i równocześnie z rozpoczęciem ruchu diody w kolumnie zaczną zapalać się w odpowiedniej kolejności i z określoną szybkością to pojawi się przed nami napis STOP. Po dojściu do prawej skrajnej pozycji wszystkie diody zostaną wygaszone na czas ruchu powrotnego i ponownie będą zapalać się w ruchu drugim w prawą stronę. Jak widać idea jest bardzo prosta.

Układ sekwencyjnego wyświetlania napisu musi być jednak zsynchronizowany z ruchem pałki, gdyż w przeciwnym wypadku napis będzie wyświetlany za każdym razem w innym miejscu. Dobrą czytelność napisu uzyskuje się przy słabym oświetleniu zewnętrznym, np. wieczorem lub w nocy, kiedy to wrażenie

światłne powstałe w oku utrzymuje się dłużej, z uwagi na większy kontrast pomiędzy światłem diody i oświetleniem zewnętrznym. Istotna jest też szybkość ruchu, która nie może być zbyt duża, gdyż napis pozostanie rozciągnięty i sprawi wrażenie świetlnej smugi. Zbyt mała prędkość ruchu prowadzi do tego, że napis zleje się w jedną migoczącą pionową linię. Uzyskanie dobrych efektów wizualnych wymaga od machającego (nadawcy) trochę ćwiczeń i wprawy.

Opis układu

Elektroniczna pałka posiada możliwość wyświetlania ośmiu różnych napisów. Napisy te zapisane są w pamięci EPROM 2764 (US2) o pojemności 64 kb. Pojemność pamięci pozwala na umieszczenie znacznie większej liczby napisów, ale inwencję pozostawiamy czytelnikom posiadającym programator pamięci. Pa-

mięć 2764 posiada osiem wyjść, z których sterowane są układy Darlingtona T1, T2, ... T15, T16 włączające diody LED D1+D8. Dla uzyskania dobrych efektów konieczne jest stosowanie diod o bardzo wysokiej jasności świecenia min. 2 cd (2000 mcd). Z uwagi na stosunkowo duży prąd osiągający w impulsie wartość ok. 400 mA w układach Darlingtonów zastosowano tranzystory BC 639 o prądzie maksymalnym 1 A.

Układy Darlingtona i diody LED zasilane są napięciem niestabilizowanym, które może zmieniać się w szerokich granicach od +6 do +15 V. Wartości rezystorów ograniczających prąd diod R22, R24, R26, R28, R30, R32, R34, R36 podano dla napięcia +15 V. Dla napięcia +6 V ich wartość powinna wynosić 10 Ω /0,25 W. Dla innych napięć można przyjąć wartości pośrednie.

Pamięć EPROM adresowana jest na sześciu młodszych bitach przez licznik US3 (adresy A0+A5). Licznik US3 (CD. 4060) posiada wewnętrzny generator RC, którego częstotliwość może być regulowana potencjometrem P2. Zmiany stanów na wejściach adresowych A0+A5 obejmują obszar 64 bajtów, wśród których zawarte są sekwencje zapalania poszczególnych liter wyświetlanego napisu. Kolejne trzy bity można zaadresować ustawiając jedną z ośmiu kombinacji adresów A6+A8 przełącznikami WŁ1+WŁ3. Daje to możliwość wybrania jednego z ośmiu zapisanych w EPROM-ie napisów.

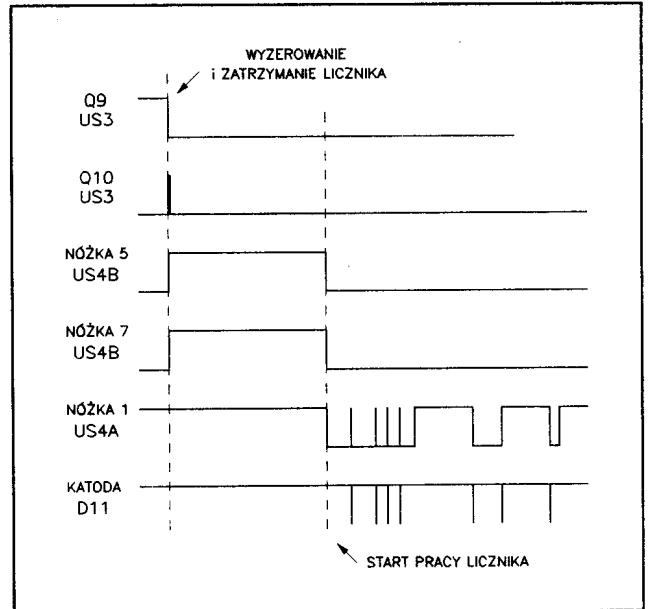
Jak już wcześniej wspomniano układ wyświetlania napisów wymaga zsynchronizowania z ruchem ręki osoby machającej pałką. Konieczny jest do tego element zamieniający wielkość mechaniczną na sygnał elektryczny. Jako ten element użyty został miniaturowy głośniczek piezoelektryczny.

Materiały piezoelektryczne charakteryzują się zmianą wymiarów geometrycznych w funkcji napięcia przyłożonego do przeciwległych płaszczyzn piezoelektryka. Zjawisko to wykorzystywane jest w głośnikach piezoelektrycznych. Możliwa jest też zamiana wielkości mechanicznej (wygięcia piezoelektryka) na napięcie pojawiające się na przeciwległych ściankach, co znalazło zastosowanie we wkładkach gramofonowych (starego typu) i niektórych typach mikrofonów.

W pałce zastosowano miniaturowy głośniczek piezoelektryczny przylutowany z jednego brzegu do płytki, do którego dolutowano wahadło zakończone ciężarkiem (dokładny opis konstrukcji wahadła będzie podany dalej). Machając ręką w której trzyma się pałkę wprawia się w ruch wahadło, które zmienia swoje położenie przy końcu każdego machnięcia, kiedy pałka kończy ruch w jedną stronę i zaczyna poruszać się w drugą. Ruchy wahadła powodują niewielki wygięcie głośniczka piezoelektrycznego i pojawienie się na jego zaciskach napięcia rzędu setek miliwoltów. Przy wygięciu w jedną stronę polaryzacja napięcia jest dodatnia, a przy wygięciu w drugą ujemna.

Ujemne napięcie jest zwierane do masy przez diodę D9, a dodatnie powoduje wyzwolenie komparatora

US4A. Próg wyzwalania (czułość) komparatora można regulować potencjometrem P1. W neutralnym położeniu wahadła wyjście komparatora znajduje się w stanie wysokim, który ulega zmianie na niski tylko przy wychyleniu wahadła w jedną stronę. Sygnał z wyjścia komparatora doprowadzony jest do zatrzasku zbudowanego na wzmacniaczu operacyjnym US4B. Wyjście zatrzasku zeruje generator US3.



Rys. 3 Przebiegi napięć w układzie synchronizacji

Załóżmy, że licznik US3 pracuje wystawiając kolejne adresy doprowadzane do pamięci EPROM. W chwili gdy na wyjściu Q10 pojawi się stan wysoki zostanie on doprowadzony za pośrednictwem diody D10 do wejścia zatrzasku US4B. Spowoduje to zatrzaśnięcie stanu wysokiego, wyzerowanie i zatrzymanie licznika US3. Stan ten jest stabilny i trwa tak długo, aż na wyjściu komparatora sygnał zmieni się z wysokiego na niski. Opadające zbocze tego sygnału zmieni stan wyjścia zatrzasku na niski odblokowując generator, który ponownie zacznie wystawiać kolejne adresy i cały cykl powtórzy się.

Montaż i uruchomienie

Elektroniczna pałka mieści się na podłużnej płytce drukowanej. Ze względów technicznych rysunek płytki drukowanej (rys. 4) zamieszczony w piśmie został pomniejszony w skali 0,9. Przed przystąpieniem do montażu w płytce drukowanej należy wyciąć prostokątny otwór o wymiarach 28x4 mm w miejscu ramki w dolnym lewym rogu płytki. W otworze tym będzie montowany głośniczek piezo. W drugiej kolejności można zamontować wszystkie elementy. Diody LED należy zamontować na wygiętych końcówkach po środku płytki drukowanej (rys. 6).

Pod układ EPROM montuje się podstawkę. W pałce można zastosować pamięć EPROM 2764 lub 2732 zarówno jedna jak i druga musi mieć zapisany „program” zawierający napisy. Układ 2764 posiada

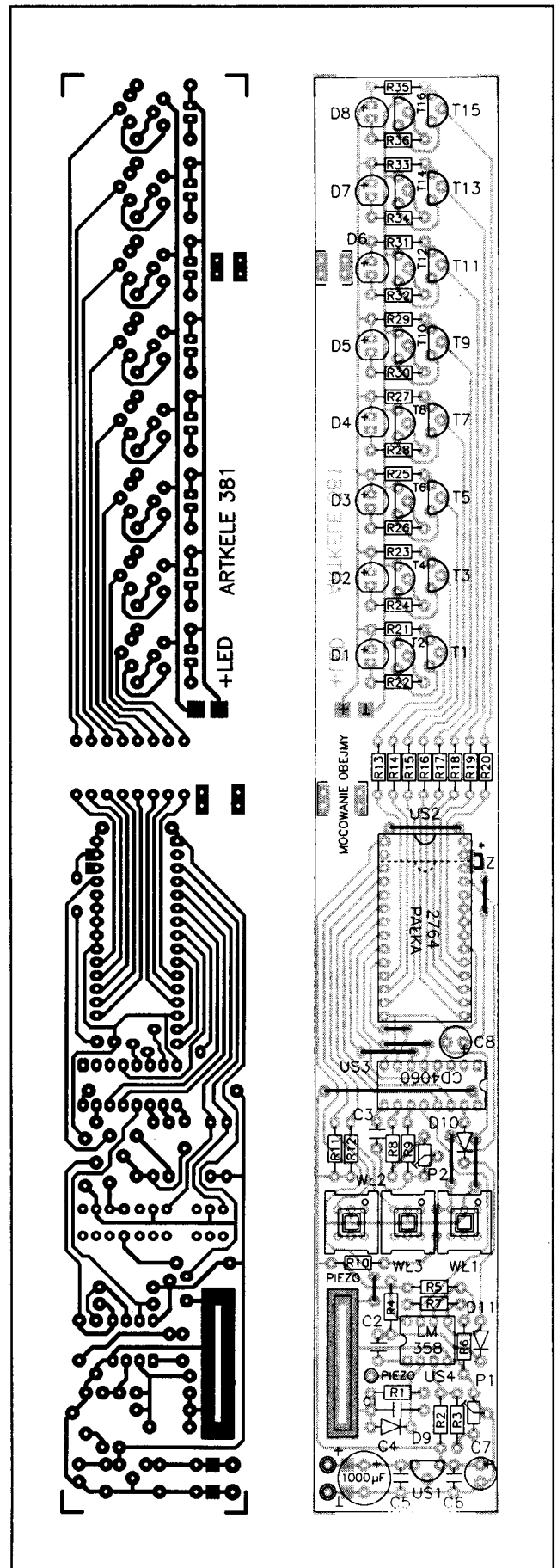
28 nóżek i montowany jest klasycznie, w tym przypadku nie montuje się zwory „Z”. Natomiast przy montażu układu 2732, który posiada 24 nóżki konieczne jest zamontowanie zwory „Z”, a sam układ wkłada się niżej, tak jak zaznaczono to linią przerywaną na rysunku montażowym (rys. 4).

Po zamontowaniu elementów można przystąpić do wlutowania głośniczka piezo i wahadełka. Głośniczek montuje się w wyciętym otworze po środku tak aby wystawał tyle samo nad płytką jak i pod płytką (rys. 5). Płaszczyzna na której w głośniczku naniesiono warstwę piezoelektryka (srebrne kółko mniejsze od średnicy głośniczka) powinna znajdować się po lewej stronie otworu patrząc na płytkę od strony elementów (rys. 5). Następnie do warstwy piezoelektryka przylutowuje się krótki przewód w izolacji (linkę), który łączy się z polem lutowniczym oznaczonym symbolem PIEZO.

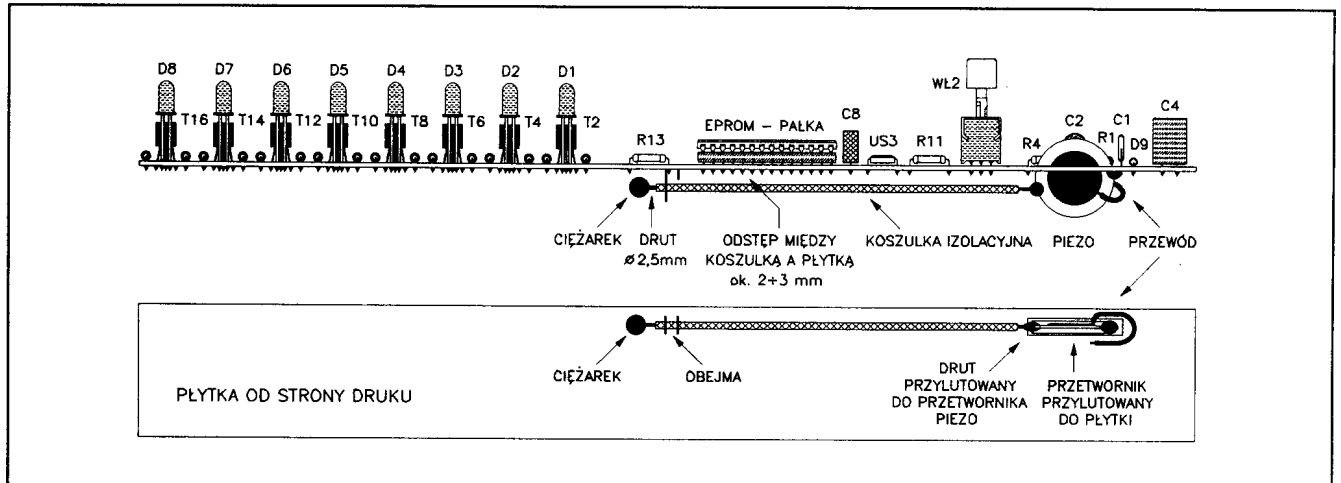
Do przetwornika należy przylutować odcinek drutu miedzianego w koszulce o przekroju $2,5 \text{ mm}^2$. Najlepiej zastosować drut z przewodu instalacyjnego. Na końcu drutu przylutowany jest ciężarek, który można wykonać także z drutu miedzianego zwiniętego ciasno i zlutowanego. Masa ciężarka powinna być zbliżona do masy monety 1 zł, ale waga ciężarka nie jest krytyczna. W pobliżu ciężarka do płytki drukowanej, po stronie druku montuje się dwie obejmy w specjalnie przeznaczonych do tego celu otworach. Obejma znajdująca się dalej od ciężarka wystaje ok. 2+3 mm nad płytkę drukowaną. Na niej położony jest drut z ciężarkiem. Druga obejma jest wyższa i „obejmuje” drut, ograniczając możliwość jego wychylenia. Wysokość drugiej obejmy powinna być dobrana w taki sposób, aby drut wahadełka mógł się swobodnie poruszać. Ważne jest, aby wahadełko zostało zlutowane prosto, tzn. w pozycji neutralnej (przetwornik nie jest wtedy wygięty) drut wahadełka musi znajdować się po środku obejmy.

Ostatnią czynnością jest podłączenie zasilania diod LED. Do tego celu służą dwa kwadratowe pola (zasilanie i masa) umieszczone pod kondensatorem C4 pola te łączy się z dwoma prostokątnymi polami w okolicach diody D4. Przy montażu przewodów trzeba zwrócić uwagę, aby nie pomylić biegunowości. Przewody należy prowadzić w taki sposób, aby nie przeszkadzały one w poruszaniu się wahadełka.

Po sprawdzeniu poprawności montażu można włączyć zasilanie. W pierwszej chwili „zamigają” diody LED. Regulacja czułości komparatora polega na takim ustawieniu potencjometru P1, aby diody LED „zamigały” po wychyleniu wahadełka w skrajne lewe położenie, patrząc od strony elementów. Idealem jest sytuacja kiedy przy delikatnym wychyleniu diody nie zamigają, a zapalają się dopiero po wychyleniu zdecydowanym, z lekkim uderzeniem o ograniczającą ruch wahadła obejmę. Ustawiając czułość konieczne trzeba sprawdzić czy wychylając wahadło w prawą stronę (uderzając o obejmę) nie spowoduje się zapalenia diod. Jeżeli taka sytuacja ma miejsce należy obniżyć czułość.



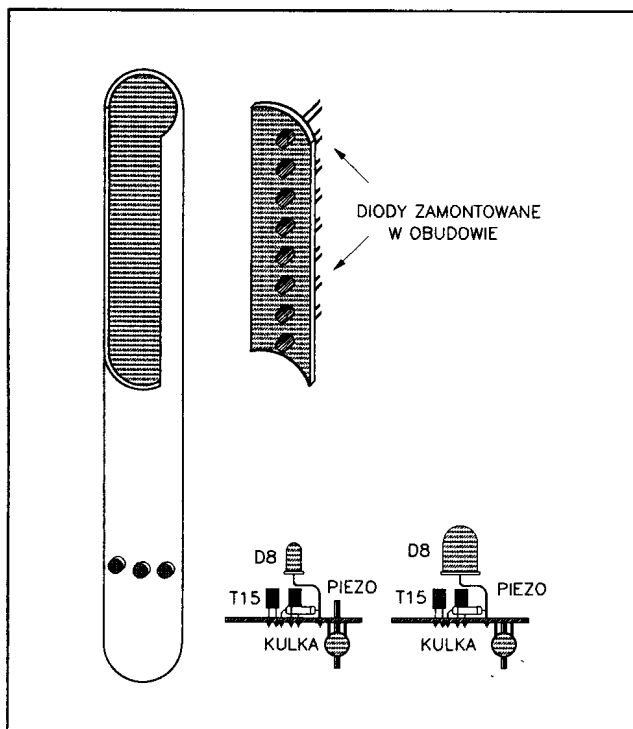
Rys. 4 Płytkę drukowaną i rozmieszczenie elementów SKALA 0,9



Rys. 5 Sposób montażu przetwornika piezo

Częstotliwość generatora należy ustawić potencjometrem P2 na ok. 50 Hz mierzona na nóżce 7 US3 (Q4). Warto też sprawdzić zakres regulacji częstotliwości generatora który powinien wynosić ok. 30+80 Hz. Jeżeli zakres regulacji nie będzie wystarczający można zmienić wartość kondensatora C3.

Teraz już można zacząć próby z machaniem pałką i wyświetlaniem napisów. W czasie prób można dobrać optymalną częstotliwość generatora, aby napis posiadał jak najlepszą czytelność.



Rys. 6 Wygląd obudowy i sposób montażu diod LED

Wykaz elementów

US1	– LM 78L05
US2	– 2764 (2732) EPROM – PAŁKA z zapisanymi napisami
US3	– CD 4060
US4	– LM 358

T1, T3, T5, T7,	
T9, T11, T13, T15	– BC 547B
T2, T4, T6, T8,	
T10, T12, T14, T16	– BC 639
D1+D8	– LED jasność świecenia 2 cd
D9+D11	– 1N4148
R22, R24, R26,	
R28, R30, R32,	
R34, R36	– 33 Ω/0,25 W
R21, R23, R25,	
R27, R29, R31,	
R33, R35	– 1 kΩ/0,125 W
R8	– 5,1 kΩ/0,125 W
R3, R5, R6,	
R10+R12	– 10 kΩ/0,125 W
R13+R20	– 22 kΩ/0,125 W
R7, R9	– 47 kΩ/0,125 W
R2, R4	– 100 kΩ/0,125 W
R1	– 270 kΩ/0,125 W
P2	– 10 kΩ TVP 1232
P1	– 22 kΩ TVP 1232
C2	– 10 nF/50 V ceramiczny
C3	– 22 nF/50 V ceramiczny
C5, C6	– 47 nF/50 V ceramiczny
C1	– 100 nF/100 V MKSE-020-02
C8	– 10 μF/16 V 04/U
C7	– 22 μF/16 V 04/U
C4	– 1000 μF/16 V miniaturowy
PIEZO	– głośniczek piezoelektryczny Φ25 mm
WŁ1+WŁ3	– przełącznik bistabilny
plytka drukowana numer 381	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki i zaprogramowany EPROM z dopiskiem PAŁKA można zamawiać w redakcji PE.

Cena: płytka 381 – 6,95 zł

EPROM PAŁKA – 15,00 zł + koszty wysyłki.

Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO – patrz IV strona okładki.

✦ Mgr inż. Dariusz Cichoński