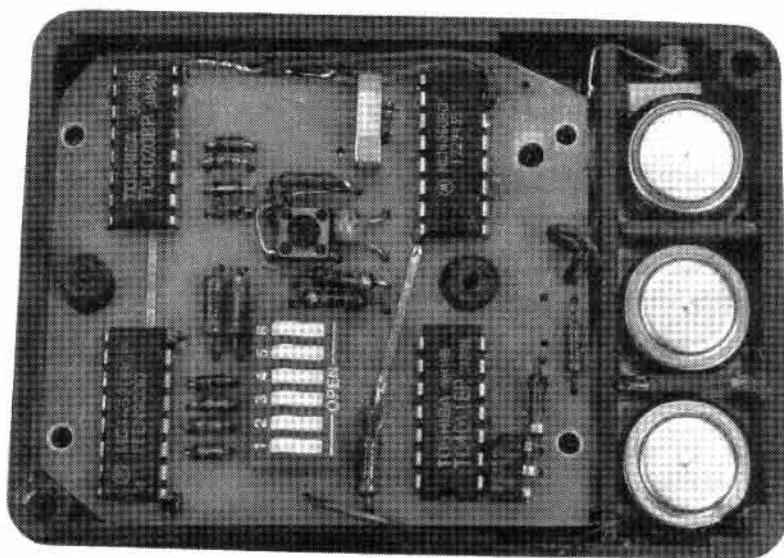


# Timer lekarski

## kit AVT-284

*Jak wynika z sondazy w środowisku lekarskim, osób regularnie zażywających lekarstwa są dziesiątki, jeżeli nie setki tysięcy, a wśród nich z pewnością wielu roztrągniętych. Dla nich właśnie przeznaczony jest timer lekarski przypominający o konieczności zażycia leku o określonej porze.*



Urządzenie ma postać małego pudełeczka składającego się z dwóch części: w jednej można przechowywać zapas lekarstw, w drugą wbudowana jest część elektroniczna. Jest to prosty timer z generatorem kwarcowym 32.768 Hz, zbudowany w technice CMOS. Programowanie odbywa się w systemie dwójkowym przy pomocy miniaturowych przełączników DIP. Układ generuje sygnał akustyczny co 1...15 godzin z jednogodzinnym krokiem. W większości wypadków taki zakres czasu jest całkowicie wystarczający. Konstrukcja mechaniczna timera została tak opracowana, że aby wyłączyć sygnał akustyczny należy otworzyć pudełeczko i nacisnąć przycisk. No, a jak już się to pudełko otworzyło, to nie ma już innego wyjścia - trzeba zażyć lekarstwo!

### Opis działania

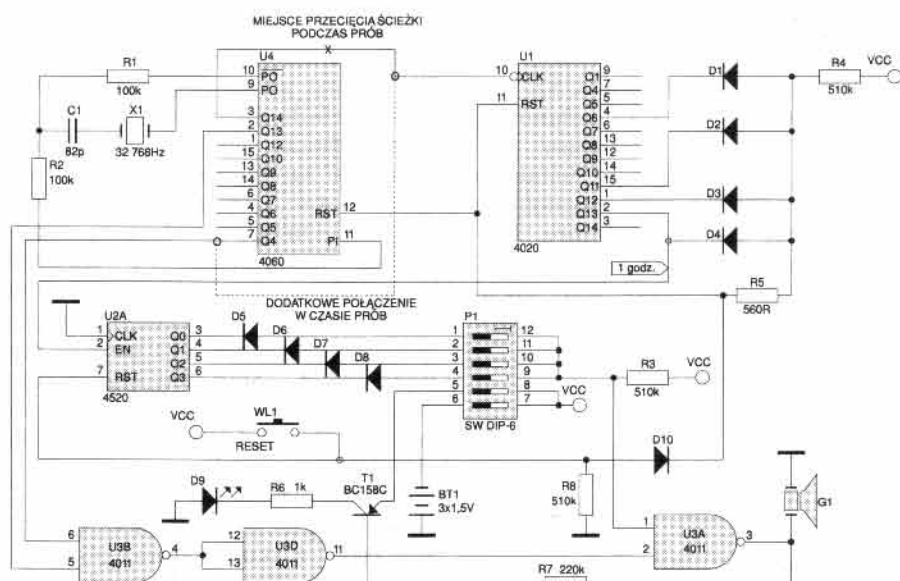
Układ, którego schemat elektryczny pokazano na rysunku 1, jest zbudowany z użyciem czterech układów scalonych CMOS: trzech liczników (4060, 4020 i 4520) o różnym stopniu podziału i dwóch bramek NAND (4011), dziesięciu diod małej mocy, siedmiu oporników, kondensatora, kwarcu 32.768Hz, przełącznika DIP, głośniczka piezo i diody LED.

Bezpośrednio po włączeniu zasilania układ znajduje się w stanie nieustalonym i rozpoczyna

prawidłową pracę po naciśnięciu przycisku RESET. W tym momencie stan wysoki pojawia się na końcówce 7 U2, który poprzez diodę D10 zostaje przekazany także na końcówkę 11 U1 i końcówkę 12 U4, powodując wyzerowanie i chwilowe wstrzymanie pracy tych trzech liczników. Po zwolnieniu przycisku RESET układ rozpoczyna normalną pracę.

Układ jest stabilizowany generatorem kwarcowym zbudowanym z wykorzystaniem części układu scalonego 4060. Generowane impulsy o częstotliwości 32.768Hz są nas-

tępnie dzielone przez drugą część kostki 4060 - 14-stopniowy dzielnik częstotliwości. Na wyjściu Q14 tego licznika otrzymujemy więc impulsy o częstotliwości 2Hz, które następnie podawane są na wejście CLK układu U1. Diody D1 - D4 dekodują stan tego licznika równy 01110000100000<sub>(BIN)</sub> czyli 7200<sub>(DEC)</sub>. Stan taki zostanie osiągnięty dokładnie po godzinie od momentu uruchomienia układu (7200/2 Hz = 3600s = 1 godz.). W tym momencie na wyjściach Q6, Q11, Q12 i Q13 powstanie stan „1”. Diody D1 - D4 przestaną zwierać



Rys. 1. Schemat elektryczny timera

do masy wejścia zerujące U1 i U4 i obydwa te liczniki zostaną wyzerowane a następnie rozpoczyna cykl godzinny od początku. Jednocześnie na wejście licznika U2A zostanie przekazane opadające zboczne sygnału i licznik ten rozpoczyna zliczanie mijających godzin.

Stan licznika U2A jest dekodowany za pomocą czterech diod separujących i przełącznika DIP. Za pomocą tego przełącznika możemy zaprogramować czas w przedziale od  $0001_{(BIN)} - 1_{(DEC)}$  godz do  $1111_{(BIN)} - 15_{(DEC)}$  godzin. Jeżeli na wszystkich wyjściach układu U2A połączonych przełącznikiem P1 z wejściem bramki U3A pojawi się stan „1“, to i na tym wejściu pojawi się, wymuszona przez rezystor R3, jedynka i bramka ta zostanie otwarta. Do bramki U3B są doprowadzane dwa sygnały: jeden o częstotliwości 8.192Hz i drugi - 4Hz. W efekcie uzyskujemy przerywany sygnał akustyczny o dość wysokim, przenikliwym tonie. Po otwarciu bramki U3A sygnał ten zasila głośniczek piezo oraz diodę LED, o ile jest ona włączona. Dioda ta jest zasilana impulsowo, co nie tylko nie zmniejsza, ale pozornie zwiększa siłę jej świecenia.

Sygnał akustyczny i ewentualnie optyczny będzie trwał przez godzinę, co z pewnością zmobilizuje każdego do otwarcia pudełeczka i wyłączenia go przyciskiem RESET. Naciśnięcie tego przycisku spowoduje natychmiastowe wyzerowanie urządzenia i rozpoczęcie zliczania godzin od początku.

Urządzenie programujemy w następujący sposób: kolejne przełączniki reprezentują następujące wartości: 1, 2, 4 i 8 godzin. Włączenie każdego z nich spowoduje zaprogramowanie timera na odpowiadający mu okres czasu. Oczywiście, możemy te czasy sumować: np. włączenie przełącznika 1 i 4 spowoduje zaprogramowanie czasu 9 godzin.

Przełącznik 5-8 służy do włączania/wyłączenia sygnalizacji optycznej. Wyłączamy ją niekiedy ze względu na oszczędność baterii zasilających. Przełącznik 6-7 wyłącza zasilanie.

W układzie nie przewidziano możliwości dokładnej regulacji ge-

neratora kwarcowego. Jego dokładność jest w każdym wypadku o rząd wielkości lepsza od wymaganej w tym zastosowaniu. Jeżeli ktoś przewiduje inne zastosowania dla timera, wymagające większej precyzji, może ustawić częstotliwość generatora dokładnie na 32.768Hz podłączając miernik częstotliwości do nóżki 9 lub 10 U4 i dobierając pojemność C1.

### Montaż układu i uruchomienie

Montaż wykonujemy w sposób trochę nietypowy, zajmując się jednocześnie składaniem płytki drukowanej, płyty czołowej i obudowy. Nasz timer umieścimy w typowej obudowie typu KM 22. Idealne dopasowanie płyty czołowej do płytki drukowanej w warunkach amatorskich byłoby bardzo trudne. Dlatego też opracowano specjalną metodę montażu pozwalającą na osiągnięcie wielkiej precyzji w dopasowaniu do siebie trzech elementów: płyty czołowej, płytki drukowanej i obudowy. A oto zalecana kolejność działań:

Z jednej połówki obudowy usuwamy dwa kołki ustalające położenie płytki oraz dwa mniejsze kołki wykonane z tworzywa. Elementy te dają się z łatwością po prostu wyłamać. Ewentualne pozostałości starannie usuwamy np. ostrym dłutkiem. Jeden z kołków ustalających zachowujemy, będzie nam jeszcze potrzebny jako wzorzec.

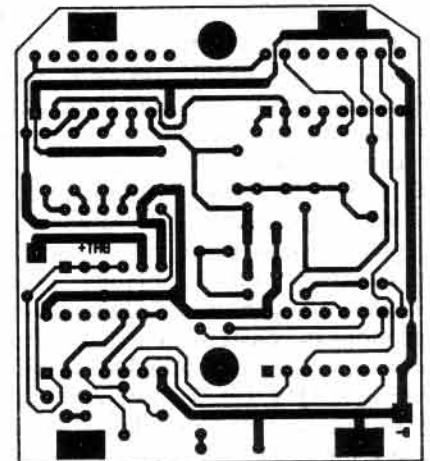
Płytkę drukowaną starannie przycinamy wg zaznaczonej linii, sprawdzając czy mieści się ona „prawie na wcisk“ w obudowie. Czynność tą wykonujemy dokładnie, przy pomocy pilnika.

Na płytce są zaznaczone dwa krzyże z przewierconymi otworami pośrodku. Otwory te rozwiercamy aż do średnicy 5,2mm. Teoretycznie, wierząc dokładnie w zaznaczonym miejscu, powinniśmy uzyskać od razu doskonały rezultat. Ale praktyka jest inna, wiertło może się przesunąć i nie trafimy dokładnie na kołki mocujące płytę czołową. Dlatego też otwory te wiercimy kolejno wiertłami o coraz większej średnicy, cały czas sprawdzając, czy pasują one idealnie do kołków mocujących płytę czołową. Ewentualne rozbieżności możemy łatwo skorygować okrągłym pilniczkiem -

iglakiem. Jeżeli już płytka daje się łatwo nasunąć na kołki mocujące płyty czołowej i daje się dosunąć do samego dna obudowy, przechodzimy do następnego etapu pracy.

Płytkę czołową można wykonać z kawałka laminatu jednostronnego. Ze względu na łatwość obróbki zalecany jest raczej laminat „papierowy“ niż epoksydowo-szkłany. Zastosowanie laminatu radykalnie ułatwi nam montaż urządzenia i zamontowanie styków baterijek.

Postępujemy teraz dokładnie odwrotnie niż nakazują dobre zasady montażu urządzeń elektronicznych: jako pierwszy wlotujemy w płytkę największy element: przełącznik DIP programatora. Następnie przycinamy kawałek laminatu tak, aby był nieco (np. o ok. 5mm z trzech stron i ok. 25mm u dołu) większy od płytki drukowanej. Ustalamy miejsce, w którym powinien znajdować się programator i wycinamy tam na niego otwór o wymiarach zależnych od posiadanego typu przełącznika DIP (w prototypie 17x9,6mm). Oczywiście, laminat musi być skierowany warstwą miedzi w stronę płytki! Otwór ten możemy wyciąć przy pomocy pilniczki włósnicowej lub, w ostateczności, wiercimy szereg otworów wewnątrz obrysu otworu, łączymy je ukośnie prowadzonym wiertłem i następnie wyrównujemy otwór pilniczkiem. Jeżeli kostka programatora wchodzi już „na wcisk“ w przeznaczony dla niej otwór, przechodzimy do następnego etapu montażu.



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej timera

Składamy razem płytę czołową z płytką drukowaną i zabezpieczamy je przed ewentualnym przesunięciem np. taśmą izolacyjną. Po między punktami lutowniczymi przycisku RESET wiercimy cienkim wiertłem poprzez płytkę drukowaną otwór w płycie czołowej (otwór ten później rozwiercamy do średnicy 3,2mm, czyli do średnicy klawisza przycisku RESET). Pozostawiamy na chwilę wiertło w otworze i mając idealnie dopasowane oba elementy obrysowujemy trzy boki płytki drukowanej na laminacie, pozostawiając na razie przedłużony dolny jego fragment. Następnie, również poprzez płytkę, zaznaczamy na laminacie dwa punkty dokładnie pośrodku wywierconych w niej uprzednio otworów 5,2mm. W tych punktach wykonamy następnie otwory o średnicy 2,2mm, przeznaczone na śrubki mocujące płytę czołową. Na tym kończymy chwilowo montaż mechaniczny i zajmujemy się częścią elektroniczną.

Wlutujemy pozostałe elementy w płytkę zwracając szczególną uwagę na biegunowość diod. Ze względu na bardzo płaską obudowę układy scalone i przycisk RESET wlutujemy „najgłębiej” jak się da, a wystające od strony druku końcówki elementów przycinamy jak najbliżej płytki. Nasz timer nie wymaga uruchamiania. Jeżeli użyliśmy sprawdzonych elementów i nie popełniliśmy jakiegoś błędu przy montażu, układ powinien od razu pracować poprawnie, bez jakiegokolwiek regulacji. Jeżeli tak nie jest, należy sprawdzić występowanie impulsów na kolejnych wyjściach liczników. Na wyjściu Q14 U4 powinniśmy otrzymać częstotliwość 2Hz. Jeżeli tak nie jest, musimy sprawdzić elementy użyte do budowy generatora kwarcowego i sam kwarc. Na wyjściu Q13 U1 impulsy powinny pojawiać się co godzinę. Sprawdzenie tego i poprawności funkcjonowania całego układu byłoby niezwykle czasochłonne. Dlatego też proponuję następujące rozwiązanie: przecinamy ścieżkę łączącą wyjście Q14 U4 z wejściem CLK U1 i prowizorycznie łączymy je z wyjściem Q4 U4. Przyspieszy to pracę naszego timera 1024 razy i umożliwi przetestowanie całego

układu bez konieczności wielogodzinnego oczekiwania na rezultat próby. Należy tylko pamiętać, że jednej godzinie odpowiada teraz 3,516s! Podłączamy prowizorycznie do płytki diodę LED oraz głośniczek piezo i sprawdzamy ich działanie. Jeżeli wszystko jest w porządku, to łączymy z powrotem przeciętą ścieżkę i powracamy do montażu mechanicznego.

Wykańczamy teraz dolną część płyty czołowej tak, aby była ona dokładnie dopasowana do obudowy. Otwór przeznaczony na przycisk RESET tak fazujemy wiertłem o dużej średnicy, aby przycisk znajdował się w małym „zagłębieniu”. Następnie musimy podjąć decyzję, jak chcemy zamocować płytkę drukowaną do płyty czołowej. Możliwości są dwie:

1. Zamocowanie przy pomocy śrubek M2. W takim wypadku rozwiercamy cztery otwory znajdujące się na płytce drukowanej pośrodku prostokątnych pól do średnicy 2,2mm. Następnie przykręcamy do nich za pomocą ośmiu nakrętek cztery śrubki M2, łebkami w stronę płyty czołowej. Zakładamy płytę czołową i tak regulujemy długość śrubek, aby elementy prawie do niej dotykały. Jeżeli tak jest i obie płytki ustawione są idealnie równoległe do siebie, przylutowujemy łebki śrubek do laminatu. W ten sposób, minimalnym nakładem pracy uzyskaliśmy pewne połączenie obu elementów.

2. Zamocowanie „na stałe”, przy pomocy lutowania. Wyżej wymienione otwory rozwiercamy do średnicy 1mm. Przetykamy przez nie kawałki drutu tak aby wystawały ok. 8mm od strony płyty czołowej. Następnie regulujemy precyzyjnie ich długość tak aby spełnione zostały opisane w poprzednim punkcie warunki. Następnie przylutowujemy druty do płytki i do laminatu. Jest to sposób jeszcze prostszy i szybszy niż uprzednio opisany. Wadą jego jest oczywiście nieco trudniejsze rozmontowywanie układu w wypadku awarii. Ale czy awarie tak prostych urządzeń zdarzają się znowu tak często?

Przystępujemy teraz do zbudowania gniazd na baterijki. W tym celu z kawałka polistyrenu wycinamy pasek o długości ok. 57mm

i szerokości równej długości usuniętego uprzednio z obudowy kołeczka ustalającego (tj. 7,5mm) i dwa paski o tej samej długości ale o szerokości 5mm. Na końcu długiego paska delikatnie wiercimy otwór o średnicy 4mm, przez który później przeprowadzimy przewody. Z tych elementów składamy trzy kwadratowe „pudełeczka” w dolnej części obudowy. Zwracamy uwagę, aby pod elementami pozostała szczelina ok. 1mm. Następnie wycinamy z cienkiej blaszki dwa styki. Najlepiej byłoby użyć na styki gotowe elementy z blachy kadmowanej lub jeszcze lepiej - srebrzonej. Do styku umieszczonego z prawej strony przylutowujemy cienki przewód o długości ok. 50mm. Należy zwrócić uwagę, by przewód był przylutowany maleńką kropelką cyny do styku przy samej krawędzi, aby baterie ułożyły się idealnie płasko. Tak wykonane styki przyklejamy np. klejem Super Glue do dolnej powierzchni gniazd, przewlekając uprzednio łączący je przewód przez wyżej opisaną szczelinę.

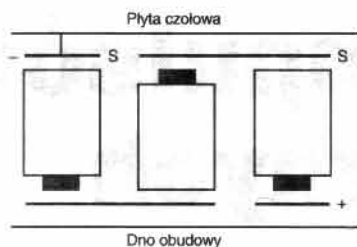
Na spodniej części płyty czołowej tworzymy odizolowane pole do przylutowania styku łączącego z sobą dwie baterie (styk ujemny możemy przylutować bezpośrednio do powierzchni laminatu, który jest galwanicznie połączony z masą układu). Najlepiej wykonać to techniką „wyskrobywania”, trawienie tak prostej płytki nie miałyby najmniejszego sensu. Następnie wykonujemy dwa styki ze sprężystej blaszki i przylutowujemy je tak, aby naciskały w miarę silnie na górne powierzchnię baterijek. Rozmieszczenie styków i baterii pokazane jest na **rysunku 3**, gdzie literą „s” zaznaczono styki sprężyste.

W bocznej ścianie obudowy, obok gniazdek baterii, wiercimy otwór 5mm (lub 3mm, w zależności od typu diody) do zamocowania diody LED. Diodę wciskamy w otwór, mocujemy kropelką Super Glue i cienkimi przewodami łączymy z płytką.

W płycie czołowej wiercimy otwór dla przeprowadzenia przewodów i przyklejamy do niej kropelką kleju Butapren głośniczek piezo.

Z wnętrza drugiej części obudowy usuwamy wszelkie wystają-





Rys. 3. Sposób połączenia baterii w obudowie

ce elementy i dokładnie wyrównujemy jej dno. Tą część obudowy możemy wyłożyć miękkim materiałem lub uszyć małą „kieszonkę” z takiego materiału, zapinaną na zatrzask, którą następnie przykleimy wewnątrz obudowy.

Zwracając uwagę na biegunowość zasilania zakładamy baterie, składamy wszystkie elementy i małymi wkrętami przykręcamy płytę czołową do obudowy.

### Możliwe usprawnienia

Wadą opisanego urządzenia jest z pewnością niewielkie natężenie sygnału akustycznego. Wątpliwe, czy sygnał alarmowy timera będzie w stanie obudzić śpiącego twarzą człowieka (autora z pewnością nie!). Jest jednak na to prosta rada. Wystarczy dobudować do naszego timera wyprowadzenie sygnału akustycznego (np. gniazdko typu mini jack) i przekazywać sygnał do specjalnej przystawki, zawierającej prosty wzmacniacz, głośnik i niezależne źródło zasilania. Możemy także wykorzystać „coś gotowego”, np. radioodbiornik, zegar cyfrowy z budzikiem czy też, powiedzmy, haubicę kalibru 120mm lub większego. Dla osób starszych, o słabym słuchu, można także skonstruować przystawkę generującą

silny sygnał optyczny lub optyczny i akustyczny jednocześnie.

Interesującym rozwiązaniem byłoby zastosowanie połączenia bezprzewodowego pomiędzy timerem i przystawką-wzmacniaczem. Prosty i jednocześnie efektywnym sposobem takiego połączenia byłoby umieszczenie w obudowie przystawki fototranzystora, aby po położeniu na niej timera został on w czasie alarmu oświetlony przez diodę LED. Odebrany sygnał (pamiętamy, że dioda świeci światłem modulowanym) zostałby następnie wzmacniony przez prosty wzmacniacz.

Schemat elektryczny propozycji takiej przystawki zamieszczono na **rysunku 4**, zaś na **rysunku 5** przedstawiono szkic obudowy i optycznego połączenia obu urządzeń. Nihil novi sub sole; na schemacie widzimy nieco tylko rozbudowany układ miniwzmacniacza opisanego w numerze 9/94 Elektroniki Praktycznej. Prosty układ odbiorczy z dowolnym fototranzystorem nie wymaga chyba komentarza. Mały pobór prądu przez układ umożliwia zastosowanie zasilania bateryjnego. Można też tu zastosować potencjometr z wyłącznikiem.

### Dalsze możliwe usprawnienia i modyfikacje

Podobnie jak każde inne urządzenie, nasz timer możemy udoskonalić lub rozbudować. Zakres czasu od 1 do 15 godzin całkowicie wystarcza dla osób chorych, systematycznie zażywających lekarstwa.

Zapomniałszy jednak o ogromnej liczbie osób całkowicie zdrowych, ale także przyjmujących środki farmakologiczne. Mam tu na myśli dziesiątki czy setki

tysięcy kobiet stosujących doustne tabletki antykoncepcyjne. Tabletki takie należy zażywać co 24 godziny przez 28 dni w miesiącu i wszyscy wiemy, jakie konsekwencje może mieć nawet jednorotne zapomnienie. Na szczęście łatwo możemy dostosować nasz timer do takich potrzeb.

Pozostała nam jedna, niewykorzystana połówka układu 4520. Łącząc ją kaskadowo z układem U2A i dodając jeszcze jeden przełącznik DIP (np. rezygnując z włączania/wyłączania diody LED) i diodę, uzyskamy zakres czasów od 1 do 31 godzin.

Ciekawym pomysłem może być dobudowanie drugiego zakresu pracy timera - minutowego. Zamiast stanu 01110000100000<sup>(BIN)</sup> czyli 7200<sup>(DEC)</sup> możemy z licznika U1 zdekodować stan 00000001111000<sup>(BIN)</sup> czyli 120<sup>(DEC)</sup>, co da nam zakres czasów od 1 do 15 min. Tak więc, dodając dodatkowe cztery diody i przełącznik, uzyskamy timer dwuzakresowy. Drugi zakres może być użyteczny na przykład przy pracach kuchennych.

**Zbigniew Raabe**

### WYKAZ ELEMENTÓW

#### Rezystory

R1, R2: 100kΩ/0,125W  
R3, R4, R8: 510kΩ/0,125W  
R5: 560Ω/0,125W  
R6: 1kΩ/0,250W  
R7: 220kΩ/0,125W

#### Kondensatory

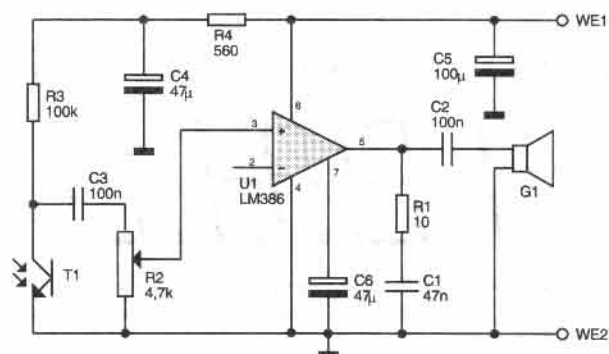
C1: 82pF

#### Półprzewodniki

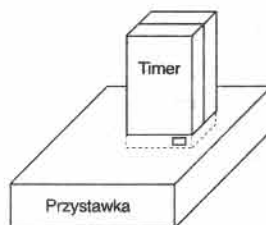
U1: CMOS 4020  
U2: CMOS 4520  
U3: CMOS 4011  
U4: CMOS 4060  
D1...D8, D10: dowolne diody krzemowe małej mocy  
D9: dowolna dioda LED, zalecana czerwona  
T1: BC158C lub odpowiednik

#### Różne

X1: kwarc "zegarkowy" 32.768Hz  
G1: głośniczek piezo o średnicy 27mm  
P1: przelazcznik DIP  
BT1: trzy baterijki typu LR9 (od aparatu Zenit) lub inne o takich samych wymiarach i napięciu, obudowa typu KM 22  
drobne elementy montażowe



Rys. 4. Schemat elektryczny przystawki wzmacniającej



Rys. 5. Szkic obudowy przystawki wzmacniającej