

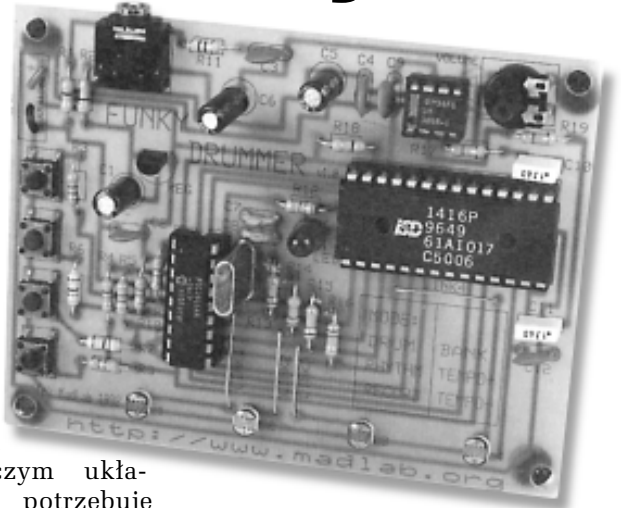
## Programowalna maszyna perkusyjna

*W artykule prezentujemy pomysł niezwyklej zastosowania mikrokontrolera PIC. Wraz z popularnym elektronicznym „magnetofonem“ ISD1416 spełnia on rolę prostej perkusji elektronicznej o całkiem sporych możliwościach.*

Zastosowanym układem rejestracji głosu jest ChipCorder ISD1416P firmy Information Storage Devices (ISD). Jest to jeden z najlepszych w swoim rodzaju układów na rynku. Stanowi kompletny system rejestracji dźwięku w pojedynczym układzie scalonym. Nie potrzebuje zewnętrznej pamięci ani wzmacniacza, może więc być stosowany z samym tylko mikrofonem, głośnikiem i kilkoma elementami biernymi, aby zrealizować zapis głosu w pamięci półprzewodnikowej. Wewnętrzna pamięć układu jest nieulotna, co oznacza, że zapis jest przechowywany, nawet jeśli zasilanie zostanie wyłączone.

Zastosowano w nim technologię pamięci E<sup>2</sup>PROM (elektrycznie wymazywalna programowalna pamięć tylko do odczytu), ale z ciekawym „trikiem”. Komórka pamięci E<sup>2</sup>PROM przechowuje zazwyczaj pojedynczy bit informacji w postaci cyfrowej, ale w tym układzie zastosowano komórki do pamiętania informacji w postaci analogowej. Wartość ładunku w komórce odpowiada napięciu próbkowanemu w trakcie zapisu. Sygnały nie podlegają digitalizacji, tak że nie są potrzebne żadne układy przetwarzania analogowo-cyfrowego ani cyfrowo-analogowego. Producent twierdzi, że takie podejście odpowiada digitalizacji z rozdzielczością 8 bitów.

W pamięciach cyfrowych, wykorzystujących technologię E<sup>2</sup>PROM komórki nasycane są dużym ładunkiem dla uniknięcia możliwości późniejszego odczytu z komórki zera, podczas gdy po-



winna być odczytana jedyńka. Ale przy wykorzystaniu technologii E<sup>2</sup>PROM do przechowywania analogowych sygnałów dźwięku 100% dokładność nie jest konieczna. Jeśli odczytane napięcie będzie się niewiele różnić od napięcia zapisanego, nikt nie będzie w stanie usłyszeć różnicy. Byłoby to natomiast istotne, gdyby przechowywana była informacja cyfrowa.

### Analogowe „serce“ układu - ChipCorder

ChipCorder został zaprojektowany dla rejestrowania głosu ludzkiego, a więc nie musi być czuły w szerokim zakresie pasma częstotliwości. Częstotliwość graniczna filtra leży tuż powyżej 3kHz, co daje mniej więcej takie samo pasmo, jak w telefonie.

Pomimo tego układ działa zaskakująco dobrze przy zapisie zarówno niskich częstotliwości, brzmiących jak basowy bęben, i wysokich częstotliwości, brzmiących jak czynel. Układ zawiera obwody antyaliasingowe i formujące dla poprawienia jakości dźwięku.

Całkowity czas dostępny dla zapisu wynosi 16 sekund, co nie wydaje się bardzo długo, ale ponieważ czas ten może być podzielony na małe segmenty, można zapisać dużą liczbę pró-

*Artykuł publikujemy na podstawie umowy z wydawcą miesięcznika "Elektor Electronics".*

*Editorial items appearing on pages 13..19 are the copyright property of (C) Segment B.V., the Netherlands, 1998 which reserves all rights.*

bek. Układ zapewnia losowy dostęp do zapisanej informacji (w segmentach po 100ms), co oznacza, że każda taka próbka może być rejestrowana i odtwarzana oddzielnie.

Układem ChipCorder firmy ISD steruje mikrokontroler z bardzo popularnej rodziny PIC. Mikrokontrolery tej rodziny uzyskują dominującą pozycję w konstrukcjach hobbyistów. Zasłużenie, ponieważ są one tanie, mają duże możliwości i są łatwe do programowania. Szeroko dostępne są materiały pomocnicze w formie artykułów w czasopiśmie oraz przystępne narzędzia rozwojowe niezależnych firm. W naszej konstrukcji wykorzysta-

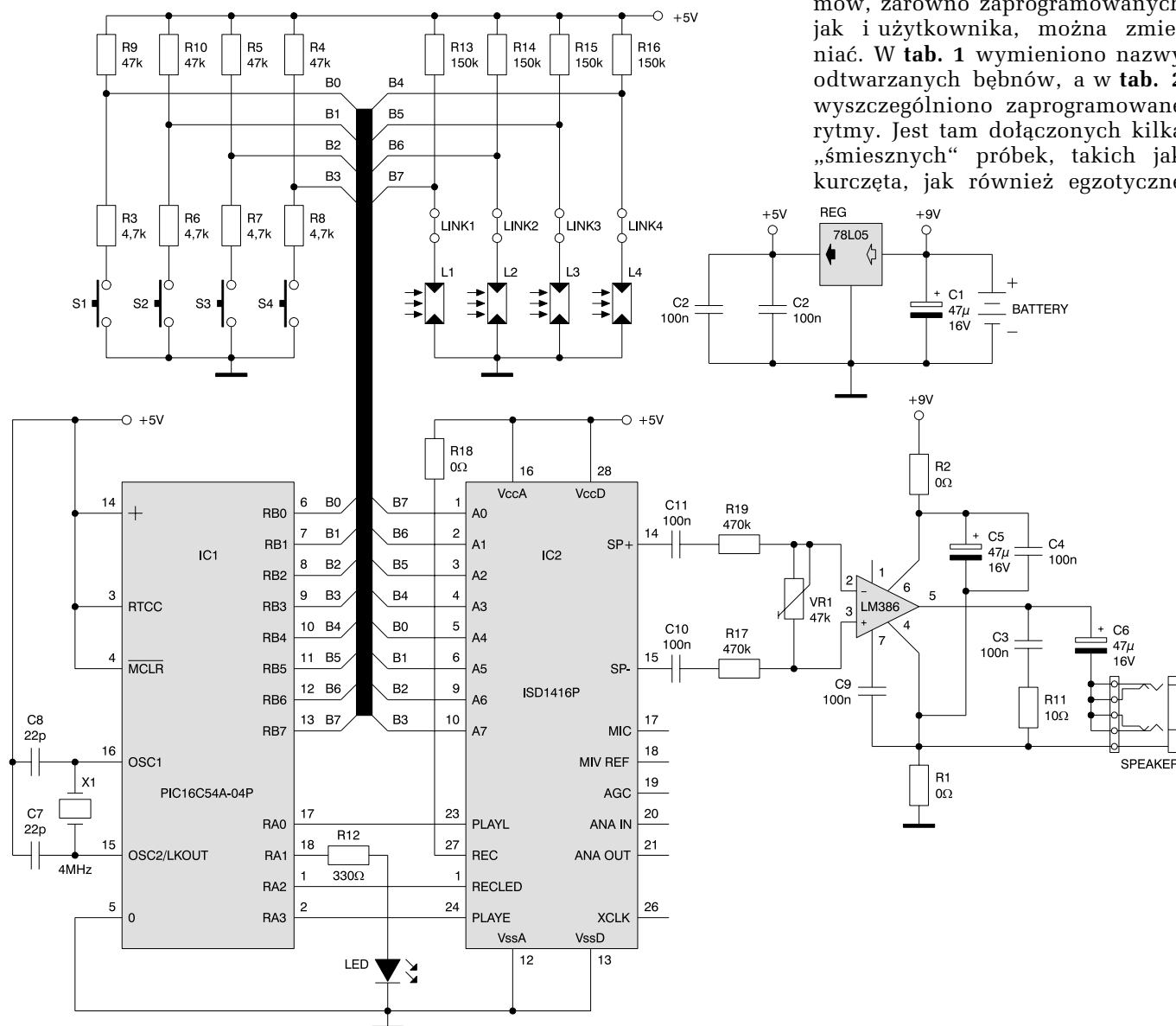
tano jeden z wcześniejszych kontrolerów PIC, ponieważ po prostu nie ma potrzeby stosowania bardziej zaawansowanego układu. Do prób podczas konstruowania zaleca się użyć kontrolera PIC programowalnego w układzie, ponieważ o wiele łatwiej jest przeprogramować układ w płytce prototypowej niż wyciągać układ i wkładać do ultrafioletowego kasownika. Gdy prace konstrukcyjne zostaną zakończone, w końcowym projekcie można użyć tańszego układu. Wszystkie kontrolery PIC wykorzystują mniej więcej ten sam zestaw instrukcji, tak że przeniesienie ukończonego oprogramowania na inny układ

jest po prostu kwestią zmiany kilku wierszy, takich jak np. wektor restartu.

W rzeczywistości można korzystać z jednego pliku kodu źródłowego z warunkową asemblacją różnych wierszy dla różnych procesorów. Jeśli spojrzysz na plik kodu źródłowego tego projektu, zauważysz, że został opracowany na PIC16C84 z elektrycznie kasowalną pamięcią programu.

**Właściwości**

Elektroniczny dobosz ma 40 zaprogramowanych wstępnie dźwięków bębnow, 12 zaprogramowanych wstępnie rytmów i udogodnienie programowania własnych rytmów. Tempo rytmów, zarówno zaprogramowanych jak i użytkownika, można zmieniać. W tab. 1 wymieniono nazwy odtwarzanych bębnow, a w tab. 2 wyszczególniono zaprogramowane rytmy. Jest tam dołączonych kilka „śmiesznych” próbek, takich jak kurczęta, jak również egzotyczne



Rys. 1. Schemat układu elektronicznego "dobosza". Głównymi elementami są zaprogramowane układy PIC i ChipCorder.

południowoamerykańskie dźwięki perkusyjne, takie jak quijada.

Bębny są przełączane za pośrednictwem 4 przełączników dotykowych. Zostały podzielone na banki po 4, wybierane przełącznikiem klawiszowym. Zaprogramowane wstępnie rytmy również są przełączane przełącznikami dotykowymi. Przełącznik banków wybiera jeden rytm naraz.

Można również zarejestrować pojedynczy rytm użytkownika. Będzie on ulotny i zostanie utracony po odłączeniu baterii. W trakcie rejestrowania rytmu przy uderzeniach stuka metronom i miga dioda LED. W rytmie użytkownika można zaprogramować do 11 uderzeń bębna.

### Konstrukcja

W celu skutecznego działania maszyny perkusyjnej, przełączniki uruchamiające bębny muszą być bardzo wrażliwe na dotknięcie. Ktoś może potrzebować, aby móc wystukiwać rytm palcami. Przełączniki elektromechaniczne nie nadają się jako zbyt powolne i niewygodne. Wprowadzono rozwiązanie optyczne za pośrednictwem miniaturowych, wrażliwych na oświetlenie foto-rezystorów. Są to elementy, których rezystancja zmienia się w zależności od ilości padającego na nie światła. W świetle ich rezystancja wynosi około 50kΩ, a w ciemności wzrasta do kilku megaomów.

Dźwięków bębnowych jest 40, a do grania na nich tylko 4 przełączniki dotykowe. Niezbędny był jakiś sposób dostępu do bębnowych w bankach i uzyskano go za pośrednictwem przełącznika klawiszowego, wybierającego pomiędzy bębnami dostępnymi w bankach po 4 naraz. Po włączeniu jest wybrany bank 1. Pierwsze wciśnięcie klawisza wybiera bank 2 i tak dalej aż do banku 10, kiedy wciśnięcie klawisza wybiera znowu bank 1.

Inny przełącznik klawiszowy jest niezbędny do wyboru pomiędzy trybami bębna, rytmu i zapisu. Jeszcze dwa przełączniki klawiszowe zostały dodane dla zwiększania i zmniejszania tempa.

Układ ChipCorder ma wewnętrzny wzmacniacz i może bez-

## Przewodnik użytkownika

Elektroniczny "dobosz" działa w trzech trybach: bębna (drum), rytmu (rhythm) i zapisu (record). Aby zmienić tryb, wciśnij i przytrzymaj wciśnięty klawisz MODE (S1), a następnie jeden z pozostałych trzech klawiszy (S2 do S4). Przypomina ci o tym kwadrat na płytce drukowanej.

### Tryb DRUM

Po dołączeniu baterii po raz pierwszy, "dobosz" wchodzi w tryb bębna.

Przełączniki dotykowe (L1 do L4) włączają bębny w bankach po cztery zgodnie z tab. 1. Przycisk BANK (S2) przełącza pomiędzy bankami bębnowych. Łącznie jest 10 banków bębnowych.

### Tryb RHYTHM

Wciśnięcie przycisku MODE, a następnie RHYTHM (S3) wprowadza "dobosza" w tryb rytmu.

Przełączniki dotykowe (L1 do L4) włączają rytmy w bankach po cztery zgodnie z tab. 2. Przycisk BANK (S2) przełącza pomiędzy bankami rytmów. Łącznie są 3 banki rytmów.

Przycisk TEMPO+ (S3) zwiększa tempo, a przycisk TEMPO- (S4) zmniejsza tempo. Dioda LED miga krótko na początku każdego rytmu.

### Tryb RECORD

Wciśnięcie przycisku MODE, a następnie RECORD (S4) wprowadza "dobosza" w tryb zapisu. Uruchamia się metronom stukający i błyskająca dioda LED przy każdym uderzeniu (4 uderzenia w taktie).

Przełączniki dotykowe (L1 do L4) zapisują bębny. Rytm jest układany z każdym nowym bębniem dodawanym do pętli. Można zarejestrować do 11 uderzeń w bęben. Przycisk BANK (S2) przełącza pomiędzy bankami bębnowych. Zauważ, że tylko 15 pierwszych bębnowych może być zarejestrowanych.

Przycisk TEMPO+ (S3) zwiększa tempo, a przycisk TEMPO- (S4) zmniejsza tempo. Ponowne wciśnięcie przycisków MODE, a następnie RECORD zatrzymuje metronom, ale zapisany rytm jest kontynuowany aż do wciśnięcia innego przycisku.

Zarejestruj swój rytm przy powolnym tempie, a następnie przyspieszaj go, gdy zostanie ukończony.

pośrednio wysterować zewnętrzny głośnik, ale postanowiono dodać dodatkowy stopień wzmocnienia. Umożliwia to regulację głośności. A zresztą, jest to maszyna perkusyjna i powinna być głośna!

### Oprogramowanie

Pamięć próbek układu ChipCorder można podzielić na fragmenty, których długość jest wielokrotnością 100ms. Próbkę rozmaitych bębnowych są przechowywane w różnych miejscach pamięci próbek, we fragmentach po 100ms. Układ PIC musi wiedzieć, gdzie zaczyna się próbka każdego bębna, by móc ją odtworzyć, gdy zostanie o to poproszony. Położenie albo adresy są przechowywane w tablicy przeglądowej w pamięci programu PIC. Jest to po prostu lista adresów wszystkich próbek bębnowych. Bity wymagają pewnego przeorganizowania dla dopasowania wyprowadzeń portu kontrolera PIC do linii adresow-

wych układu ChipCorder. Tym zajmuje się makro assembler.

Oprogramowanie nie potrzebuje wiedzieć jak długa jest każda próbka, ponieważ tym zajmuje się bezpośrednio ChipCorder. Ma on oddzielną tablicę jednobitowej pamięci, którą wykorzystuje do wskazywania końca każdej próbki. Gdy bit końca próbki zostanie zauważony, na jednym z wyprowadzeń pojawi się impuls, a układ PIC szuka tego sygnału. Może teraz zrestartować próbkę lub zakończyć odtwarzanie jednej próbki i odtworzyć inną, zależnie od działania użytkownika.

Zaprogramowane wstępnie rytmy również są przechowywane w tablicy przeglądowej w pamięci programu mikrokontrolera. Wejście do tej tablicy opisuje pojedyncze „zdarzenie“ w rytmie i ma postać dddddsss, gdzie 5 starszych bitów (dddd) jest indeksem bębna, a 3 młodsze bity (sss) są wypeł-

nieniem. Indeks bębna jest po prostu numerem bębna od 1 do 31 (w zapisie binarnym 00001 do 11111), a wypełnienie jest długością czasu odtwarzania dźwięku bębna (innymi słowy - czasem pomiędzy kolejnymi zdarzeniami rytmu). Słowo binarne 000 reprezentuje wypełnienie 1 jednostki, 001 wypełnienie 2 jednostek i tak dalej. W rytmach programowanych wstępnie może być stosowanych tylko 31 pierwszych dźwięków bębna i może zaciekać Czytelników, dlaczego nie stosuje się indeksu bębna 0. Powodem jest to, że specjalna wartość samych zer (00000000) reprezentuje koniec rytmu. Gdy taki wzór bitów zostanie zauważony, oprogramowanie wraca do początku, tak że rytm bębna może sam się powtarzać. Ta technika pakowania bitów w bajty jest bardzo powszechna przy pisaniu kodów mikrokontrolera i umożliwia wyciągnięcie maksymalnych osiągnięć z ograniczonych zasobów pamięci. Oczywiście, wymaga to dodatkowego oprogramowania dla wyłuskania z tabeli opakowanych danych, ale w ostatecznym bilansie technika ta pozwala na uzyskanie oszczędności.

Oto próbka kodu rytmu wraz z makro czyniącym kod źródłowy bardziej czytelnym. Zauważmy, że bębnom nadano nazwy symboliczne. Zapis d'n to po prostu zapis stosowany przez assembler dla stałej dziesiętnej, a "entry" jest innym makro, ukrywającym instrukcje, jakie układ PIC stosuje dla zaimplementowania tablicy przeglądowej.

```

event
macro      drum,sustain
entry
(drum<<3)+(sustain-1)
endm

event      BASS2,d'4
:reggae
event      BASS3,d'3
event      BASS2,d'1
event      CL_HIHAT,d'4
event      BASS3,d'4
entry      0
    
```

Poszczególne rytmy jest odnajdywany w trakcie przeszukiwania wzdłuż tablicy przeglądowej, ze zliczaniem napotkanych bajtów zerowych. Na przykład, aby odna-

leż trzeci rytm, należy przeskoczyć pierwsze dwa rytmy. Oznacza to zliczenie dwu bajtów zerowych, po czym następny bajt jest początkiem szukanego rytmu.

Nieco odmienny format stosuje się dla rytmu, który może programować użytkownik. Jest on przechowywany w pamięci RAM zamiast ROM, a jest ona dużo mniejsza od ROM. W rzeczywistości na wszystko jest tylko 25 bajtów użytecznej pamięci RAM, tak że upakowanie bitów ma znaczenie absolutnie zasadnicze. Sytuację dodatkowo komplikuje wprowadzenie metronomu, który stuka w trakcie programowania rytmu (a poza tym cichnie) i specjalnego „podkładowego” wzoru bitów, początkowo wypełniającego bufor, na którym są zapisywane zdarzenia rytmu. W konsekwencji, w rytmie użytkownika może być stosowanych tylko 16 pierwszych rytmów. Bufor pamięci dla przechowywania rytmu użytkownika ma wielkość 15 bajtów, a ponieważ stukanie metronomu zawsze wykorzystuje do 4 bajtów, to pozostała liczba dla zdarzeń rytmu jest równa 11.

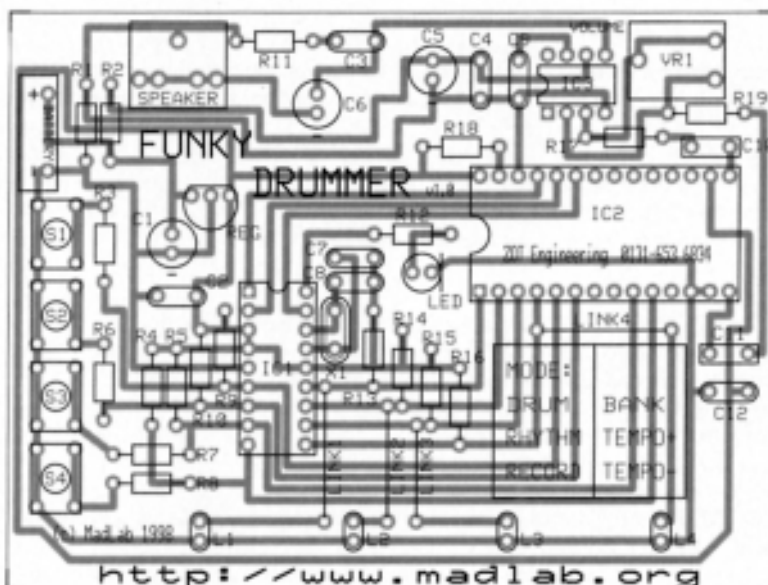
Przełączniki dotykowe wymagają specjalnej obsługi dla wyeliminowania odbić styków, co przy pobudzeniu mogłoby powodować powtarzalne włączanie bębna. Przełączniki dotykowe są sprawdzane około 60 razy na sekundę.

Tempem rytmu steruje licznik zegara czasu rzeczywistego wbudowany w układzie PIC. Dla uzys-

kania wymaganej rozdzielczości taktowania odpowiedni podprogram rozszerza go z 8-bitowego licznika sprzętowego do 16-bitowego licznika programowego.

W tym krótkim opisie oprogramowania wspomniano tylko najważniejsze jego punkty. Zainteresowanym polecam kod źródłowy (na stronie WWW - adres poniżej), jeśli chcą do końca poznać działanie maszyny perkusyjnej. Oprogramowanie to jest dobrym przykładem jak wielką funkcjonalność można uzyskać nawet z najmniejszego spośród mikrokontrolerów - PIC16C54 ma tylko 512 słów pamięci programu. Sztuka pisania kodów mikrokontrolera jest sztuką minimalnego, powtarzalnego pisania i przepisywania, a następnie wpatrywania w kod, by zauważyć, jak można by zaoszczędzić bajt tu i bajt tam. To podejście jest przeciwne do stosowanego przy programowaniu wielkich maszyn, jak PC, gdzie nikt nie musi myśleć dwa razy o tym, jakby tu wyskneżyć kilkaset kilobajtów bufora pamięci w jakiejś aplikacji. W opinii autora kodowanie mikrokontrolerów jest bardziej satysfakcjonujące.

Schemat elektryczny „dobosza” znajduje się na rys. 1. Stabilizator REG zapewnia układom cyfrowym niezawodnie 5V. Kondensatory C1 i C2 wygładzają napięcie zasilania układu PIC. C2 ma pojemność mniejszą niż C1, ale reaguje szybciej. Podobnie C5 i C4 wygładzają napięcie zasilania wzmacniacza



Rys. 2. Schemat montażowy urządzenia.

operacyjnego. Kondensator C12 odspręża ChipCorder. Do zasilania płytki można użyć zasilacza niestabilizowanego o napięciu pomiędzy 5V a 12V. Zazwyczaj powinna być stosowana bateria 9V (PP3). Przy maksymalnej głośności płytka pobiera około 40mA. Układ ChipCorder jest oszczędny pod względem poboru mocy i natychmiast po zakończeniu próbki wyprowadza się w stan wyczekiwania.

ChipCorder ma swój własny wbudowany wzmacniacz i może bezpośrednio wysterować głośnik. Jednak dla zwiększenia głośności zastosowano dodatkowy stopień wzmocnienia. Wzmacniaczem jest układ zalecany przez ISD, wykorzystujący wzmacniacz operacyjny LM386. Zastosowano konfigurację różnicową, ponieważ wzmacniacz asymetryczny mógłby powodować pojawianie się nieprzyjemnych „stuków“ na końcu każdej próbki. Sygnał wyjściowy ChipCordera jest sprzężony ze wzmacniaczem różnicowym poprzez kondensatory C10 i C11 wraz z rezystorami R17 i R19. Potencjometr VR1 ustala wzmocnienie różnicowe i działa jako regulator głośności. Elementy R11 i C3 tworzą obwód zabezpieczający wzmacniacz operacyjny, a C19 jest kondensatorem kompensacyjnym, niezbędnym dla stabilnej pracy wzmacniacza. Kondensator C6 sprzęga wyjście wzmacniacza z gniazdem jack stereo ze zwartymi kanałami lewym i prawym.

Kwarc 4MHz wraz z kondensatorami C7 i C8 stabilizuje sygnał zegarowy mikrokontrolera. Dokładność taktowania nie jest istotna dla oprogramowania, stąd zamiast niego może być zastosowany prosty obwód typu RC.

Fotorezystory L1 do L4 działają w połączeniu z rezystorami R13 do R16 jako dzielniki napięcia. W miarę jak ich rezystancja zmienia się w zależności od padającego na nie światła, zmienia się napięcie na wyprowadzeniach układu PIC.

Przełącznik klawiszowy i linie adresowe ChipCordera dzielą te same wyprowadzenia PIC-a. Mogą działać, ponieważ ChipCorder zatrzaskuje adres wewnętrznie tak, że gdy tylko strob wpisze adres do układu, jego wyprowadzenia są dostępne dla przeglądania przełącznika klawiszowego. Takie zdublowanie wyprowadzeń jest powszechnie stosowane w celu zwiększania efektywnej liczby portów wejścia/wyjścia mikrokontrolera. Rezystory R4, R5, R10 i R9 (47kΩ) podciągają w górę styki przełącznika do 5V, a rezystory R8, R7, R6 i R3 (4,7kΩ) zapewniają obciążenia, gdy układ PIC wysterowuje te wyprowadzenia. Stosunek tych rezystancji (10:1) został dobrany tak, że PIC wykrywa stan niski, jeśli klawisz jest wciśnięty.

Słabością konstrukcji ChipCordera (przynajmniej w zakresie tego zastosowania, polegającego na tym, że jego zapis jest nieulotny)

jest to, że wyprowadzenie zapisu, aktywne w stanie niskim, jest następnym z kolei po wyprowadzeniu połączonym z masą. Jeśli te dwa wyprowadzenia zostaną choćby na moment zwarte, układ wchodzi w cykl kasowania i na nowo zapisuje całą swoją pamięć, a więc trzeba być ostrożnym! Może się to oczywiście zdarzyć jedynie wówczas, gdy układ jest pod napięciem. Dla zminimalizowania ryzyka takiego zdarzenia, wyprowadzenie zapisu jest połączone z dodatnią linią zasilania poprzez "rezystor zeroomowy". Jeśli teraz te dwa wyprowadzenia zostaną zwarte, nastąpi zwarcie szyn zasilających, co spowoduje zanik zasilania, układ nie będzie już zasilany i w ten sposób jest chroniony. Wydaje się to być skutecznym i pewnym rozwiązaniem problemu.

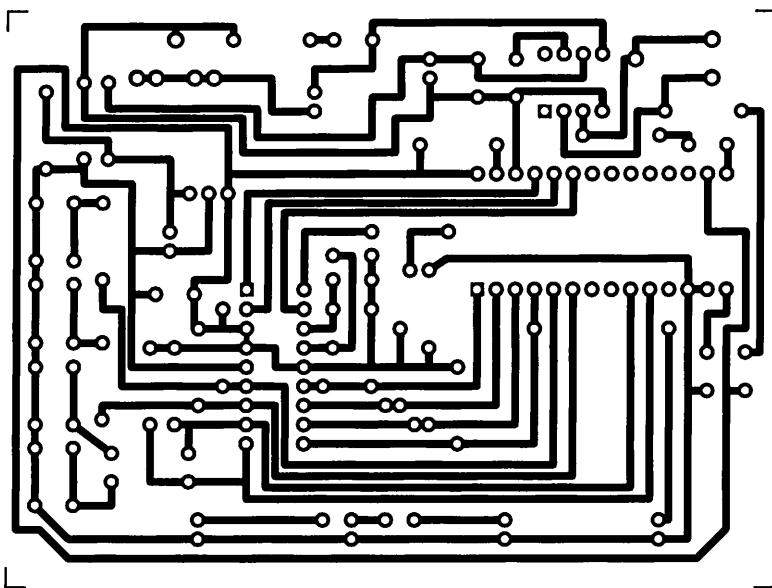
### Montaż

Montaż jest prosty (rys. 2 i 3). Rezystory (R1 do R19) powinny być wlutowane jako pierwsze, zaraz po zworach drutowych (LINK1 do LINK4). Rezystory identyfikuje się po kolorowych paskach na korpusach. Podstawki układów scalonych (IC1 do IC3) powinny być wlutowane tak, by ich znaki desymetryzujące odpowiadały znakom symboli na płytce. Nie zaleca się bezpośredniego wlutowywania układów scalonych w płytkę drukowaną.

Następnie wetknij i wlutuj kondensatory. Kondensatory elektrolityczne (C1, C5 i C6) są spolaryzowane, znak „minus“ na płytce odpowiada krótszej końcówce lub końcówce bliższej paska na boku korpusu. Kondensatory ceramiczne i poliestrowe (C2 do C4, C7 do C12) mogą być dowolnie zorientowane.

Następnie powinny być wlutowane w płytkę fotorezystory L1 do L4. Przegrzane fotorezystory mogą się łatwo stopić, a więc lutując je należy zachować szczególną ostrożność i upewnić się, że leżą płasko na płytce.

Następnie należy wlutować rezystor nastawny (VR1) i wetknąć trzpień w sześciokątny otwór u góry. Wlutować stabilizator (REG) dopasowując jego kształt do symbolu na płytce i diodę



Rys. 3. Widok płytki drukowanej.

LED, wtykając jej krótszą końcówkę w otwór oznaczony kreską. Następnie trzeba wlutować kwarc (X1), przełączniki klawiszowe (S1 do S4) i gniazdko „jack“ (SPEAKER).

Przewody zacisku baterii mają w płytce otwory pomocnicze. Przed ich wlutowaniem trzeba przewlec je przez te otwory od strony ścieżek płytki. Przewód czerwony dla potencjału dodatniego, a czarny ujemnego.

Nie należy wkładać układów scalonych w ich podstawki, zanim nie przeprowadzimy procedur opisanych poniżej w punkcie TESTOWANIE. Wkładając je przekonasz się, że ich wyprowadzenia wymagają przedtem nieznacznego przygięcia. Należy zrobić to bardzo ostrożnie palcami. Dopasować znaki desymetryzujące obudów układów scalonych, aby odpowiadały znakom na płytce.

Na koniec trzeba przymocować gumowe nóżki na czterech rogach płytki.

## Testowanie

Zanim dołączymy baterię, starannie sprawdzimy, czy na płytce układu nie ma pomyłek. Sprawdźmy, czy wszystkie elementy zostały umieszczone prawidłowo i czy nie ma zimnych lutowań ani mostków lutowni pomiędzy ścieżkami.

Włączyć zasilanie bez układów scalonych w podstawkach. Sprawdzić napięcia na wyprowadzeniu 14 podstawki układu PIC i wyprowadzeniach 16 i 28 podstawki ChipCordera. Powinno być odczytane 5V (stabilizowane). Napięcie na wyprowadzeniu 6 podstawki wzmacniacza operacyjnego powinno być niestabilizowanym napięciem zasilania (9V). Dobrym punktem masy dla celów pomiarowych jest jedna z końcówek zwojów R1.

Jak wspomniano powyżej, ChipCorder jest w stanie wymazać swoją zawartość, jeśli zostanie włączony nieprawidłowo, a więc tę część płytki trzeba sprawdzić dwukrotnie. Sprawdzić napięcia na wyprowadzeniach 27 i 26. Na wyprowadzeniu 27 powinno być napięcie 5V, a na wyprowadzeniu 26 powinno być 0V.

Dokładnie przebadac wyprowadzenia 6, 7, 8 i 9 podstawki ukła-

du PIC. Powinno się zauważyć zmiany poziomów po wciśnięciu przełącznika klawiszowego.

Wyłączyć zasilanie płytki i włożyć wzmacniacz operacyjny LM386. Sprawdzić wyprowadzenie wyjścia 5. Napięcie na nim powinno być połową napięcia zasilania (4,5V).

Wyłączyć zasilanie płytki i włożyć układ PIC. Sprawdzić, czy działa oscylator mikrokontrolera, oglądając napięcie na wyprowadzeniu 15 na oscyloskopie o wysokiej impedancji. Powinno się zobaczyć oscylacje 4MHz.

Na koniec włożyć układ ChipCordera. Do gniazdka „jack“ dołączyć głośnik przewodem z wtykiem „jack“ 3,5mm, ustawić regulator głośności w położeniu środkowym i dołączyć baterię. W oprogramowaniu uwzględniono własny test po włączeniu zasilania. Dioda LED krótko mignie i da się słyszeć „beep“. Jeśli wszystko to się wydarzy, można być pewnym, że mikrokontroler, ChipCorder i wzmacniacz operacyjny są w pełni sprawne.

Rezystory R13..R16 mają wartości optymalne (150kΩ) dla średnich warunków oświetlenia. Zależnie od rzeczywistych charakterystyk zastosowanych fotorezystorów (LDR), rezystory te mogą wymagać korekcji.

Zbadać sygnał w punktach połączenia fotorezystorów z rezystorami R13..R16. Powinno występować napięcie około 0,5V, gdy odpowiedni fotorezystor jest całkowicie odkryty, a po zasłonięciu powinno gwałtownie wzrosnąć do około 4V. Napięcie 1,4V jest napięciem progowym, przy którym układ PIC wykrywa różnicę pomiędzy logicznymi 0 i 1. Jeżeli napięcie nie wzrasta powyżej tej wartości, należy zmniejszyć wartości tych rezystorów (do, powiedzmy, 120kΩ lub 100kΩ). Należy pamiętać, że nakładanie się na sygnał tętnień 50Hz od sztucznego oświetlenia pokoju jest zupełnie normalne.

Aby uzyskać właściwą reakcję przełączników dotykowych, należy poeksperymentować z warunkami oświetlenia - może się okazać, że wyniki poprawią małe kawałki nieprzeźroczystej taśmy owinięte wokół końców twoich palców.

## Obudowa

To urządzenie w zamierzeniu miało być nie obudowane. Jeśli jednak zechcemy je zamknąć, najlepsze będzie pudełko o przybliżonych wymiarach 15cm x 10cm x 5cm. Płytkę drukowaną trzeba zamontować w dolnej części pudełka za pośrednictwem wsporników dystansowych w czterech rogach płytki (pasujących do otworów 4mm). Pewne elementy wymagają zamontowania na zewnątrz, tak że powinny to być

## WYKAZ ELEMENTÓW

### Rezystory

(wszystkie 1/4W 5% warstwowe węglowe)

R1, R2, R18: 0Ω

R3, R6, R7, R8: 4,7kΩ

R4, R5, R9, R10: 47kΩ

R11: 10Ω

R12: 330Ω

R13, R14, R15, R16: 150kΩ

R17, R19: 470kΩ

VR1: 47kΩ, zamknięty węglowy rezystor nastawny (pionowy) + trzpień

L1..L4 - miniaturowe fotorezystory (patrz tekst)

### Kondensatory

(elektrolityczne o rozstawie końcówek 2,5mm, pozostałe 5mm)

C1, C5, C6: 47μF/16V, stojące

C2, C3, C4, C9, C12: 100nF, ceramiczne

C7, C8: 22pF, ceramiczne

C10, C11: 100nF, poliestrowe miniaturowe

### Półprzewodniki

REG: 7805

LED: dioda LED czerwona, 5mm

IC1: PIC16C54A-04P (zaprogramowany mikrokontroler)

IC2: ISD1416P (ChipCorder)

IC3: LM386

### Różne

X1: kwarc 4MHz, obudowa HC49/U

S1..S8: miniaturowy przełącznik klawiszowy chwilowy (z klawiszami niestabilnymi) (do druku)

SPEAKER: gniazdko „stereo jack“ 3,5mm

LINK1 - LINK4: zwory drutowe 3cm

BATTERY: zacisk baterii PP3

Gniazdko DIL 18-stykowe

Gniazdko DIL 28-stykowe

Gniazdko DIL 8-stykowe

4x wspornik płytki drukowanej lub nóżka gumowa (do otworu 4mm)

wersje do montażu w płycie, a nie na płycie drukowanej. Elementami tymi są dioda LED, przełącznik klawiszowy, przełączniki dotykowe, gniazdko „jack“ i regulator głośności. Przewody mogą przebiegać od płyty przedniej do punktów lutowniczych na płycie drukowanej. Przełączniki dotykowe mogą być montowane wprost na górnej ścianie pudełka. W miejsce LDR-ów można użyć wyłączników klawiszowych (rozwierających się przy wciśnięciu), ale nie zapewnią one aż tak natychmiastowej odpowiedzi. Wewnątrz pudełka można również zamontować mały głośnik o impedancji 8 omów. Wówczas gniazdko „jack“ nie byłoby potrzebne. Na koniec, przy montażu w pudełku należałoby wprowadzić wyłącznik zasilania na dodatnim przewodzie baterii.

## Podzespoły<sup>1)</sup>

Podzespoły w większości są standardowe i łatwo osiągalne. Elementy bardziej nietypowe można otrzymać (między innymi) w Maplin Electronics. W katalogu Maplina układ PIC ma numer NR92A, miniaturowe przełączniki klawiszowe KR89W, a miniaturowe fotorezystory AZ83E. Ważne jest zastosowanie miniaturowych LDR-ów, które można całkowicie zakryć koniuszkiem palca.

Jeśli użyjemy przełączników klawiszowych do montażu w płycie zamiast na płycie drukowanej, odpowiednie mogą się okazać dowolne małe przełączniki rozwierające się przy wciśnięciu. Gniazdko „jack“ również można uzys-

**Tabela 1. Bębny**

Bank	L1	L2	L3	L4
1	bass #1	snare #1	low tom #1	closed hi-hat
2	bass #2	snare #2	low tom #2	open hi-hat
3	bass #3	snare #3	taiko	crash cymbal
4	snare #4	high tom #1	high tom #1	high tom #3
5	low bongo	high bongo	low conga	high conga
6	low agogo	high agogo	timbale (kocioł)	timpani
7	brush #1 (szczotka #1)	brush #2 (szczotka #2)	cabasa	china cymbal (chiński cymbel)
8	triangle	cowbell (krowi dzwonek)	clap (grzmot)	snap (trzask bicza)
9	kalimba	whistle (gwizdek)	scratch (drapanie)	gunshot (wystrzał)
10	quijada	bubble (bulgot)	chicken (kurczę)	rimshot

**Tabela 2. Rytm**

Bank	L1	L2	L3	L4
1	8beat #1	8beat #2	8beat #3	8beat #4
2	jazz	shuffle	reggae	samba
3	disco #1	disco #2	elec pop	pattern #1

kać u Maplina (numer katalogowy JM20W), tak jak i potencjometr montażowy (DT39N) oraz trzpień (DT47B).

Maplin sprzedaje również układ ISD1416P ChipCorder. Jeśli tam zakupimy ten układ, będziemy musieli sami wpisać do niego próbki dźwięków. Powinni brać się za to ludzie, którzy mają techniczne umiejętności, by samodzielnie zbudować sobie programator (ponieważ nie ma jeszcze programatora ChipCorderów w sprzedaży dla hobbystów). Jeśli pójdziemy tą drogą, to możemy oczywiście zarejestrować sobie zupełnie inny zestaw dźwięków bębnow.

Odpowiednim głośnikiem jest mały obudowany głośnik stosowany w odtwarzaczach kasetowych walkman lub multimedialny głoś-

nik komputera PC. Takie typy głośników są dość szeroko dostępne po rozsądnych cenach. Dla uzyskania jeszcze większej głośności można zastosować głośniki z własnym zasilaniem.

## Opracowanie MadLab, Edynburg [990051-1]

*Uwaga!*

*Kod źródłowy dla układu PIC jest dostępny na naszej stronie WWW: <http://www.madlab.org/pic.html>*

<sup>1)</sup> Pod adresem: <http://www.elektor-electronics.co.uk> są oferowane specyficzne elementy zastosowane w projektach publikowanych na łamach "Elektor Electronics".