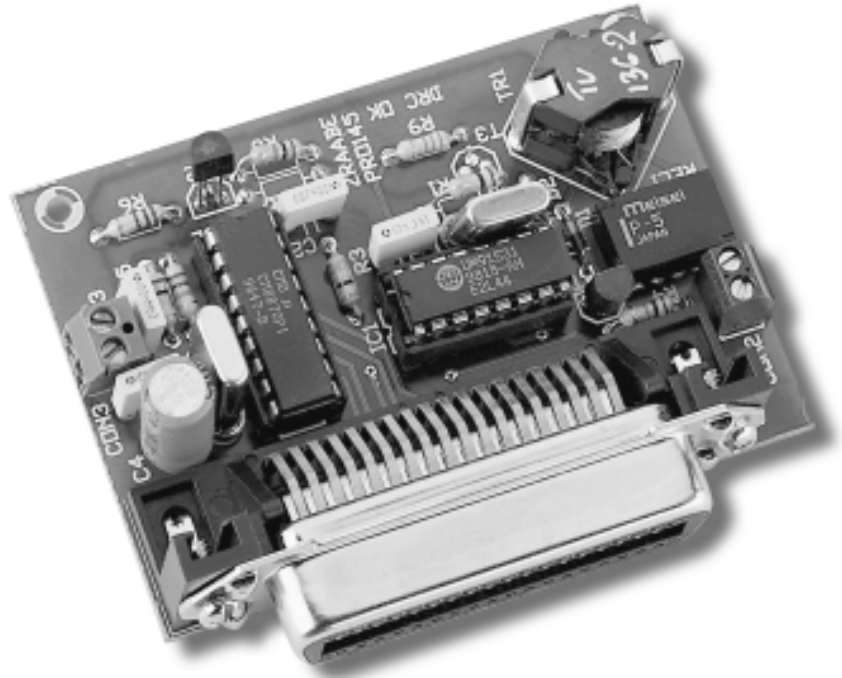


Interfejs-modem DTMF do komputera PC

AVT-834



„Panie Watson, proszę tu przyjść, jest mi pan potrzebny“. Była to pierwsza informacja przekazana za pomocą telefonu. Zbudowałem prosty układ służący do zdalnego sterowania poprzez linię telefoniczną, ale bardziej chciałbym zbudować maszynę czasu. Tylko w jednym celu: aby cofnąć się w czasie do roku 1876, w którym wypowiedziane zostały te słowa i zaprosić pana Grahama Bella na wizytę w naszych czasach. Bardzo jestem ciekaw, jak zareagowałby wybitny amerykański wynalazca widząc, do czego został wykorzystany jego wynalazek!

Informacja słowna to zaledwie niewielki procent danych przekazywanych obecnie za pomocą telefonu. Po opleceniu Ziemi przez monstrualnej wielkości pajęczynę Internetu, w liniach telefonicznych zaczęły krążyć miliardy, biliony bajtów informacji przekazywanych z jednego zakątka świata do drugiego.

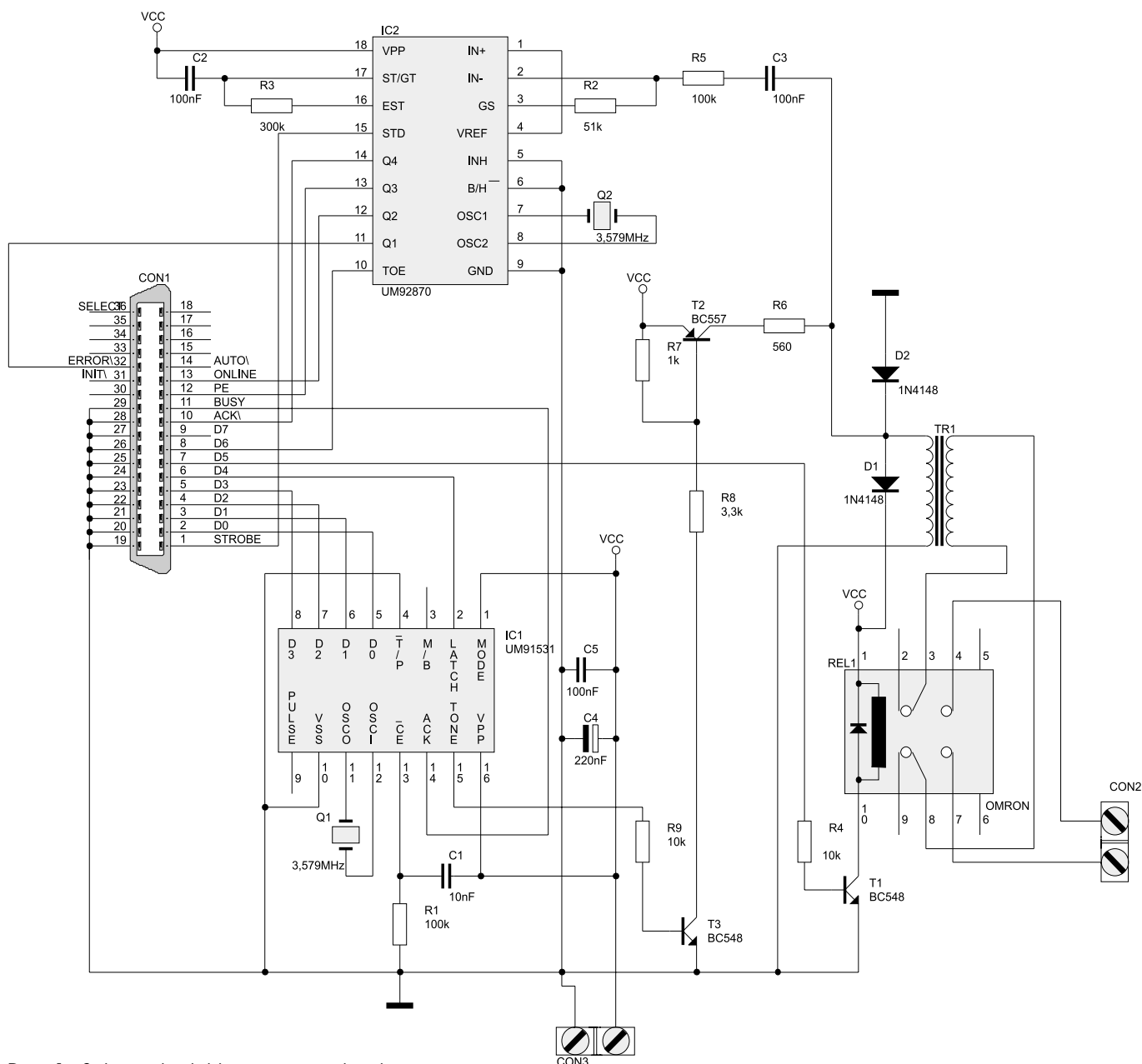
Telefon stał się obecnie nie tylko narzędziem do przeprowadzania rozmów, ale instrumentem do pozyskiwania wszelkiego rodzaju informacji.

Wśród rozlicznych zastosowań wynalazku pana Grahama istnieje jedno, może nieco mniej znane szerokiemu ogółowi. Każdy wie bowiem, że za pomocą telefonu możemy porozmawiać ze znajomymi i „ściągnąć“ z Internetu potrzebne nam dane. Nie wszyscy jednak zdają sobie sprawę, że telefon możemy wykorzystać do zdalnego sterowania zupełnie dowolnymi urządzeniami znajdującymi się w naszym mieszkaniu czy miejscu pracy. Możemy zdalnie - z dowolnego miejsca na świecie, gdzie tylko znajduje się aparat telefoniczny - włączać i wyłączać ogrzewanie domu, sprawdzać stan instalacji alarmowych,

odczytywać wiadomości z automatycznej sekretarki i wykonywać wiele innych czynności.

Jeżeli możemy to robić, to dlaczego nie ułatwić sobie życia i nie zlecić wykonywania tych czynności domowemu centrum informacyjnemu - komputerowi? Otworzyłoby to przed nami zupełnie nowe możliwości i pozwoliło na szybkie przekazywanie instrukcji przez telefon oraz na otrzymywanie danych od układu, który mógłby znajdować się nawet na innym kontynencie. Zastosowanie komputera, a może to być zupełnie dowolny komputer klasy PC (nawet muzealne AT czy 386), pozwoli także na zautomatyzowanie czynności zdalnego sterowania i wykonywanie ich nawet bez naszej obecności, zgodnie z algorytmem zapisanym w programie sterującym.

Nie ma oczywiście żadnych przeszkód, aby zastosować dwa interfejsy DTMF do połączenia ze sobą dwóch komputerów. Nie wydaje mi się to jednak celowe: byłaby to najpowszechniejsza i najbardziej niepewna łączność. Do łączenia dwóch komputerów za pomocą linii telefonicznej należy stosować specjalnie do tego celu



Rys. 1. Schemat elektryczny urządzenia.

opracowane i obecnie bardzo tanie urządzenia - modemy telefoniczne.

Opis działania układu

Schemat elektryczny układu interfejsu pokazano na rys. 1. Jak widać, układ nie jest skomplikowany, głównie dzięki zastosowaniu dwóch wyspecjalizowanych układów scalonych pełniących funkcje kodera i dekodera DTMF. Z jednym z nich - koderem DTMF typu UM91531 - mieliśmy już okazję zapoznać i omawianie układu rozpoczniemy od skrótego przypomnienia sobie wiadomości o tym interesującym układzie.

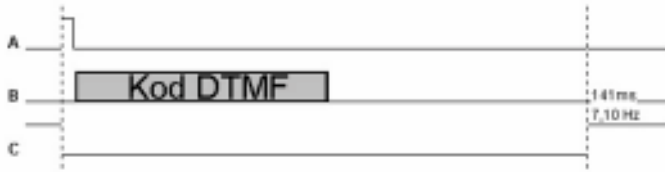
UM91531 jest scalonym koderem DTMF przeznaczonym do współpracy z systemami mikroprocesorowymi i komputerowymi. Zawiera w swojej strukturze wszystkie elementy niezbędne do generowania wszystkich 15 kodów DTMF oraz wejścia i wyjścia służące do porozumiewania się z komputerem. Najlepszą metodą zapoznania się z tym układem będzie jednocześnie omówienie zasad programowania naszego interfejsu.

Wejścia danych D0..D3 zostały za pośrednictwem złącza CON1 dołączone do czterech najmłodszych wyjść szyny danych interfejsu CENTRONICS komputera.

Pierwszym krokiem, zmierzającym do wygenerowania przez układ określonego kodu DTMF, będzie wysłanie na te wyjścia odpowiedniej liczby z przedziału $0000_{(BIN)}..1110_{(BIN)}$ (stan 1111 jest zakazany), odpowiadającej żadanemu kodowi. Możemy to uczynić za pomocą polecenia:

```
OUT &H [adres bazowy interfejsu CENTRONICS], xxxx
```

Następnym krokiem będzie przepisanie danych z wyjść interfejsu CENTRONICS do rejestru wewnętrznego układu UM91531 i wydanie mu polecenia wygenerowania sygnału DTMF. Możemy uczynić to podając krótki impuls dodatni na wejście LATCH połą-



Rys. 2. Sposób programowania nadajnika DTMF.

czony z wyjściem D4 szyny danych. Czynniki to za pomocą polecenia:

```
OUT &H[adres bazowy interfejsu CENTRONICS],xxxx + 16
a następnie
```

```
OUT &H[adres bazowy interfejsu CENTRONICS],xxxx
```

Dodatkowo zbocze impulsu spowoduje przepisanie danych do rejestru wewnętrznego kodera DTMF, a ujemne rozpoczęcie generacji sygnału. Na rys. 2 pokazano stany logiczne na trzech najbardziej - w tym momencie - istotnych dla pracy układu wyprowadzeniach. Przebieg A obrazuje stan wejścia LATCH, a przebieg B czas trwania emisji kodu DTMF. Bardzo ważny dla działania układu i jego współpracy z komputerem jest stan wyjścia ACK (przebieg C). Bezpośrednio po podaniu na wejście LATCH dodatniego impulsu inicjującego proces generacji sygnału DTMF, na wyjściu tym pojawia się stan niski i trwa przez czas wysyłania sygnału oraz okres przerwy pomiędzy kolejnymi sygnałami, o czasie trwania określonym odpowiednimi normami. Łączny czas trwania impulsu na wyjściu ACK wynosi 140 ms i powtórne wystąpienie na nim stanu wysokiego jest sygnałem dla komputera, zezwalającym na rozpoczęcie emisji kolejnego kodu DTMF.

Informację o stanie wyjścia ACK możemy odebrać z rejestru wejściowego portu CENTRONICS komputera za pomocą polecenia: INP(&[adres bazowy interfejsu CENTRONICS]+1)

Uwaga: najstarszy bit rejestru wejściowego, odpowiadający wykorzystywanemu do badania stanu układu UM91531 wejściu BUSY jest sprzętowo negowany.

Podczas generowania sygnału DTMF, na wyjściu TONE IC1 pojawia się ciąg impulsów, któreysterowują bazę tranzystora T2.

Sygnał DTMF przekazany zostaje na uzwojenie transformatora TR1 i dalej do linii telefonicznej.

Wiemy już, w jaki sposób

komputer wykorzystujący nasz interfejs może przekazywać sygnały DTMF do linii telefonicznej. Popatrzmy teraz, w jaki sposób może je odbierać.

Jako odbiornik i dekodery sygnałów DTMF zastosowałem scalony dekodery typu UM92870. Układ ten nie był dotąd szczegółowo opisywany na łamach EP i dlatego należy poświęcić mu parę zdań.

UM92870 jest, podobnie jak jego funkcjonalne odpowiedniki MT8870 i HT9170, scalonym dekodery kodu DTMF przeznaczonym także do współpracy z systemami mikroprocesorowymi i komputerowymi. Posiada w swojej strukturze wszystkie elementy niezbędne do odebrania sygnału DTMF, zdekodowania go i przedstawienie w formie słowa czterobitowego. W tab. 1 zawarto skrócony opis sposobu dekodowania informacji DTMF przez ten układ.

Przed rozpoczęciem odbierania sygnałów DTMF układ UM92870 musi zostać przygotowany do pracy przez podanie stanu wysokiego na jego wejście

Tab1. Tabela prawdy układu UM92870 pracującego w dwutonowym systemie wybiórczym DTMF.

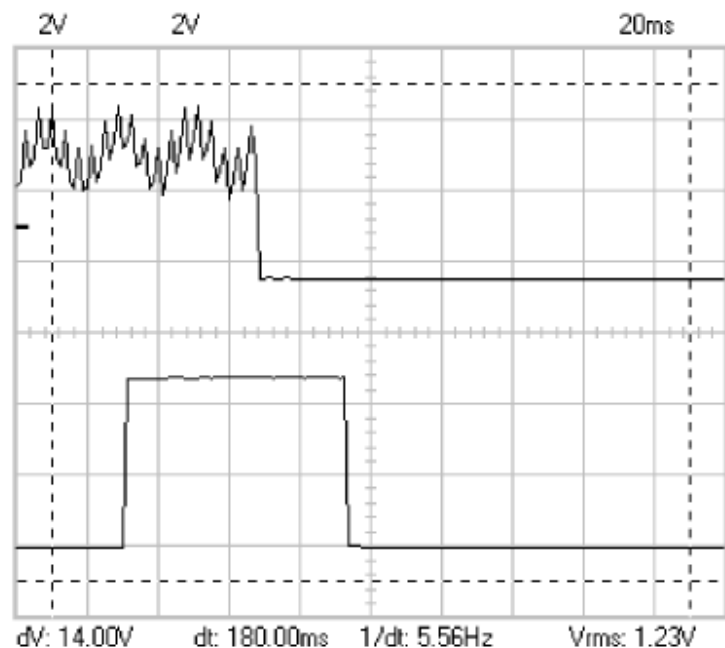
Ton 1 [Hz]	Ton 2 [Hz]	Cyfra kodu	STD	Q4	Q3	Q2	Q1
697	1209	1	H	L	L	L	H
697	1336	2	H	L	L	H	L
697	1447	3	H	L	L	H	H
770	1209	4	H	L	H	L	L
770	1336	5	H	L	H	L	H
770	1477	6	H	L	H	H	L
852	1209	7	H	L	H	H	H
852	1336	8	H	H	L	L	L
852	1477	9	H	H	L	L	H
941	1336	0	H	H	L	H	L
941	1209	*	H	H	L	H	H
941	1477	#	H	H	H	L	L
697	1633	A	H	H	H	L	H
770	1633	B	H	H	H	H	L
852	1633	C	H	H	H	H	H
941	1633	D	H	L	L	L	L
BRAK	BRAK		L	Z	Z	Z	Z

"Z" stan wysokiej impedancji

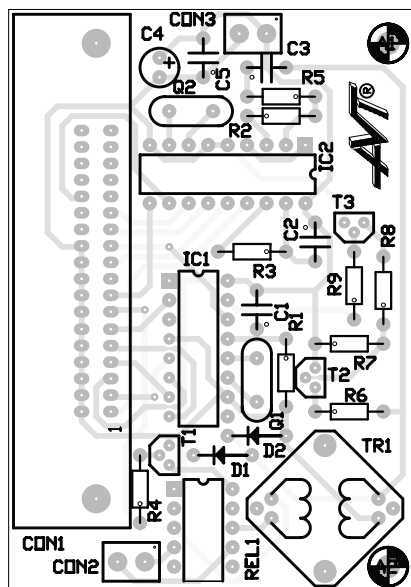
zezwolenia TOE. Ponieważ wejście to zostało dołączone do wyjścia D6 szyny danych interfejsu CENTRONICS, możemy uczynić to za pomocą następującego polecenia:

```
OUT &H[adres bazowy interfejsu CENTRONICS],64
```

Wejście analogowe IC2 zostało za pośrednictwem kondensatora C3 dołączone do wtórnego uzwojenia transformatora TR1, którego zadaniem jest galwanicz-



Rys. 3. Odpowiedź odbiornika DTMF na dowolny sygnał standardowy.



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

ne odizolowanie interfejsu (i co ważniejsze, cennego komputera!) od linii telefonicznej. Bezpośrednio po odebraniu przez układ IC2 ważnej transmisji DTMF na jego wyjściu informacyjnym STD pojawia się impuls dodatni (patrz rys. 3) o długości proporcjonalnej do czasu trwania odebranego sygnału. Obecność tego impulsu możemy stwierdzić odczytując stan wejścia STROBE interfejsu CENTRONICS za pomocą polecenia:

```
INP ([adres bazowy interfejsu CENTRONICS + 2])
```

Także i w tym przypadku najmłodszy bit rejestru dwukierunkowego (STROBE) jest poddawany inwersji sprzętowej.

Po stwierdzeniu odebrania przez IC2 ważnego sygnału DTMF,

pozostaje nam już tylko stwierdzenie, jaki jest jego kod. Uczynimy to odczytując stan czterech młodszych bitów rejestru wejściowego interfejsu CENTRONICS, za pomocą polecenia:

```
INP (&[adres bazowy interfejsu CENTRONICS] + 1)
```

Przełącznik REL1 służy do dołączania linii telefonicznej do naszego interfejsu podczas jego pracy. Przełącznik zostaje włączony przez tranzystor T2 po podaniu stanu wysokiego na wyjście D5 szyny danych interfejsu CENTRONICS. Stan ten musi być utrzymywany na tym wyjściu przez cały czas pracy interfejsu.

Montaż i uruchomienie

Na rys. 4 pokazano rozmieszczenie elementów na dwustronnej płytce drukowanej, której mozaiki ścieżek są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/pcb.html> oraz na płycie CD-EP01/2000.

Montaż wykonujemy w typowy sposób, rozpoczynając od wlutowania w płytkę rezystorów, a kończąc na zamontowaniu złącza CENTRONICS. Jest to jedyna czynność, na wykonanie której musimy zwrócić większą uwagę. Złącze posiada 36 cienkich wyprowadzeń, które łatwo przez nieuwagę zgiąć i uszkodzić.

Zmontowany ze sprawnych elementów układ nie wymaga jakiegokolwiek uruchamiania ani regulacji i działa natychmiast prawidłowo, oczywiście po napisaniu odpowiedniego programu. Sprawność wykonanego układu można szybko przetestować za pomocą prostego programu napisanego w języku BASIC (list. 1).

Program ten wykonuje arcyprostą czynność: wysyła do nie podłączonej jeszcze linii telefonicznej kolejne kody DTMF, natychmiast sam je odczytuje i wyświetla na ekranie.

Możliwe modyfikacje układu

Prezentowany w artykule interfejs posiada jedną, nie zawsze istotną i łatwą do usunięcia wadę. Przystosowany jest tylko do przekazywania informacji w kodzie DTMF i pozostaje całkowicie „głu-

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R5: 100kΩ
R2: 51kΩ
R3: 300kΩ
R4, R6: 10kΩ

Kondensatory

C1: 10nF
C2, C3, C5: 100nF
C4: 220μF/16V

Półprzewodniki

IC1: UM91531 lub odpowiednik
IC2: UM92870 lub odpowiednik
D1, D2: 1N4148 lub odpowiednik
T1, T2: BC548 lub odpowiednik

Różne

CON1: złącze Centronics-36
CON2, CON3: ARK2 (3,5mm)
Q1, Q2: kwarc 3,579MHz
REL1: przełącznik OMRON 5V
TR1: transformator telefoniczny

chy“ na inne sygnały. Uniemożliwia to np. odebrania w prosty sposób informacji nagranych na automatycznej sekretarce.

Na szczęście przystosowanie interfejsu do odbierania informacji słownej będzie polegać w najprostszym przypadku na dołączeniu za pośrednictwem kondensatora wtórnego obwodu transformatora separującego do wejścia linii karty dźwiękowej komputera. Uzyskamy w ten sposób możliwość nie tylko słuchania informacji głosowej, ale także zapisywania jej na dysku, np. w formacie *.WAV.

Zbigniew Raabe, AVT
zbigniew.raabe.ep.com.pl

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/pcb.html> oraz na płycie CD-EP01/2000 w katalogu PCB.

List. 1.

```
X = 0
DO
OUT &H378, X + 64 + 32
z = INP(&H379)
PRINT z,
REM FOR r = 1 TO 200: NEXT r
OUT &H378, X + 16 + 32 + 64
FOR r = 1 TO 1000: NEXT r
OUT &H378, X + 64 + 32
FOR r = 1 TO 1000: NEXT r
z = INP(&H379)
PRINT z
FOR r = 1 TO 100000: NEXT r
X = X + 1
IF X = 16 THEN X = 0
LOOP
```