

Dział "Projekty Czytelników" zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za poprawność tych projektów, gdyż nie testujemy ich laboratoryjnie.

Prosimy o nadsyłanie własnych projektów z modelami (do zwrotu). Do artykułu należy dołączyć podpisane oświadczenie, że artykuł jest własnym opracowaniem autora i nie był dotychczas nigdzie publikowany.

Honorarium za publikację w tym dziale wynosi 100,- zł (brutto) za 1 stronę w EP. Przesyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.

Zdalne sterowanie DTMF 025

Przedstawione w artykule urządzenie jest kompleksowym rozwiązaniem pozwalającym na precyzyjne zdalne sterowanie dowolnych urządzeń przez telefon. Dzięki zastosowaniu mikroprocesora jako elementu sterującego pracą układu jest on niezwykle elastyczny i umożliwia bardziej zaawansowanym konstruktorom dowolne modyfikacje algorytmu pracy i sterowania.

Opis urządzenia

Przedstawione urządzenie umożliwia zdalne sterowanie przez linię telefoniczną ośmiu wyjść logicznych (standard TTL). Do tych wyjść można podłączyć dowolne urządzenia zewnętrzne, a ściślej ich wejścia sterujące dzięki czemu poprzez zmianę stanu na nich włączamy/wyłączamy określone urządzenia, zmieniamy jego tryb pracy, itp. Dobrym przykładem jest zdalne włączanie/wyłączanie ogrzewania w domu. Użytkownik ma możliwość ustawienia początkowego stanu na wyjściach. Urządzenie jest częściowo zabezpieczone przed możliwością zdalnego sterowania przez niepowołane osoby. Wstępnie jest to realizowane dzięki wykorzystaniu sygnałów DTMF jako sygnały sterujące, gdyż przesyłać je można tylko z aparatów telefonicznych pracujących z wybieraniem DTMF. Użytkownik otrzymuje informację zwrotną o stanie jaki ustawił zdalnie na określonym wyjściu.

Schemat elektryczny urządzenia przedstawiono na rys. 1. Dostyc skomplikowane sterowanie pracą urządzenia wymaga zastosowania mikrosterownika jako jednostki centralnej. Zastosowano mikroprocesor jednocukłowy 80C31 z pamięcią programu 2732, w której zapisany jest program dzia-

łania mikroprocesora. W układzie dekodującym główną rolę odgrywa odbiornik DTMF UM92870A. Układ wyjściowy bazuje natomiast na programowalnym układzie GAL16V8.

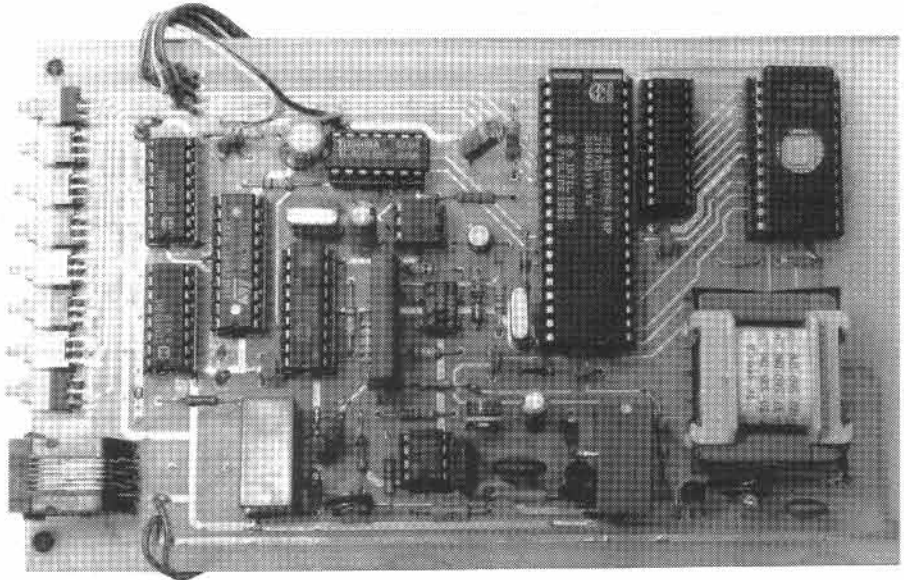
Układ styku z linią telefoniczną ma za zadanie odpowiednio zakończenie linii (odpowiednia impedancja) oraz galwaniczne odizolowanie jej od obwodów całego urządzenia. Układ formowania impulsów dzwoniennia ma na celu wytworzenie impulsów logicznego zera w czasie trwania przychodzącego sygnału wywołania 25Hz (1s - sygnał, 4s - przerwa). Czas ochronny, w którym następuje zliczanie impulsów dzwoniennia wynosi 23s i dopiero po tym czasie, w przypadku odebrania odpowiedniej liczby impulsów przez mikroprocesor, następuje uaktywnienie urządzenia i przełączenie na tryb przyjmowania rozkazów. Dzieje się tak przez wysterowanie przekaźników z mikroprocesora. Tak długi czas ochronny zabezpiecza przed przełączeniem urządzenia przez przypadkową osobę. Uaktywnienie urządzenia jest sygnalizowane

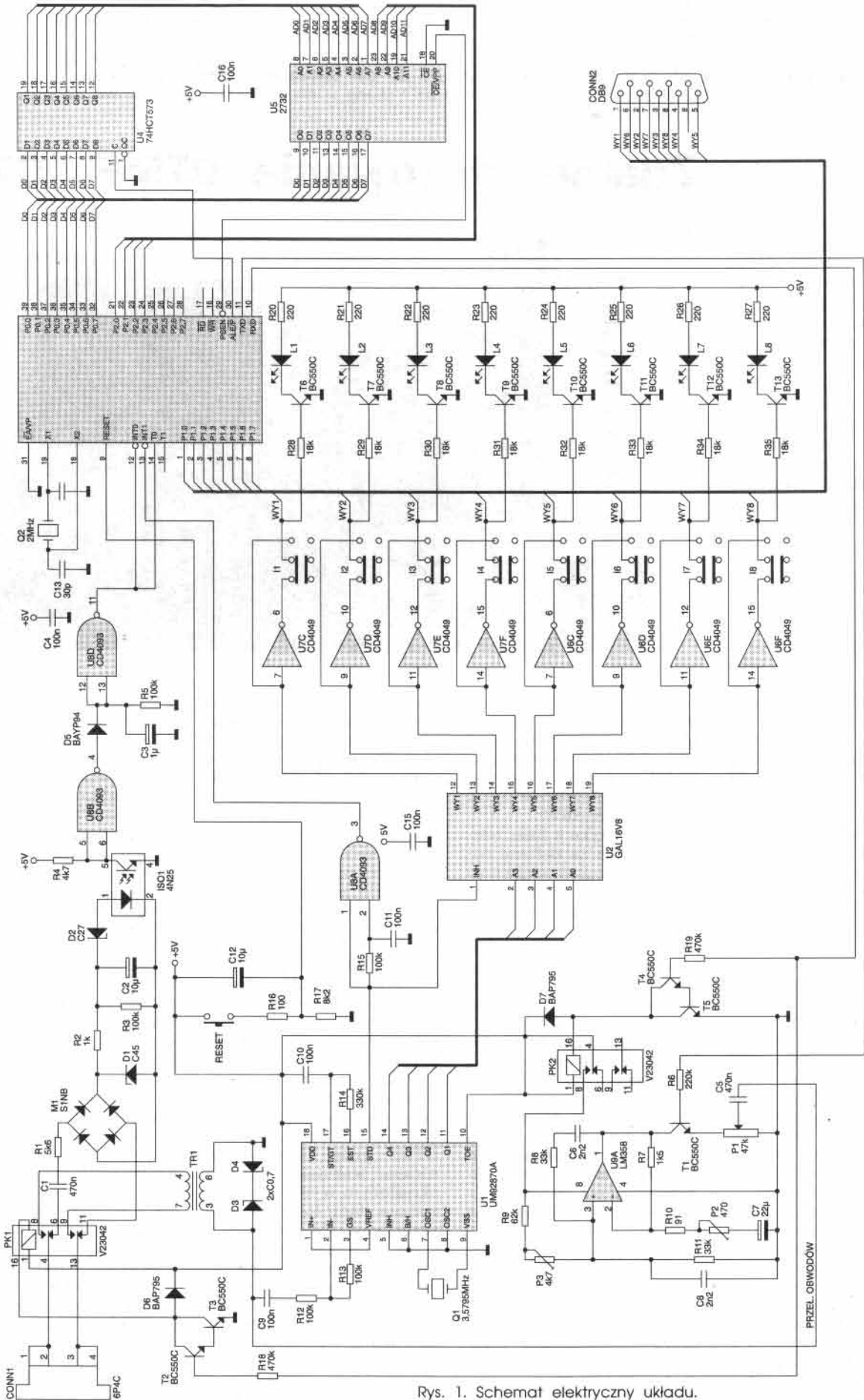
wysłaniem trzech impulsów zaproszenia w linię telefoniczną. Sygnał zaproszenia oraz sygnały potwierdzenia mają postać paczek sinusoidy o częstotliwości 2,5kHz i cyklu: 393ms - sygnał ms-przerwa. Są one generowane i wysyłane z układu nadawania impulsów zwrotnych. Po wysłaniu impulsów zaproszenia mikroprocesor odmierza timeout 15s i oczekuje na sygnały sterujące DTMF. Użytkownik przesyła te sygnały wybierając jeden z klawiszy numerycznych (1...8) aparatu telefonicznego. Pojedynczy klawisz odpowiada jednemu wyjściu (urządzeniu sterowanemu), a każde jego przyciśnięcie powoduje przesłanie określonego sygnału DTMF przez linię telefoniczną, wskutek czego na określonym wyjściu nastąpi zmiana stanu logicznego na przeciwny. Po ustawieniu stanu wyjścia w linię telefoniczną wysłany jest zwrotny sygnał informujący czy ustawiono „1” (dwa impulsy potwierdzenia), czy też „0” (jeden impuls potwierdzenia). Informacja o aktualnym stanie wyjść wyswietlana jest na diodach

(świecąca dioda odpowiada „1”). Początkowy stan wyjść ustawia użytkownik przy pomocy ośmiu przełączników, najlepiej przed włączeniem całego urządzenia.

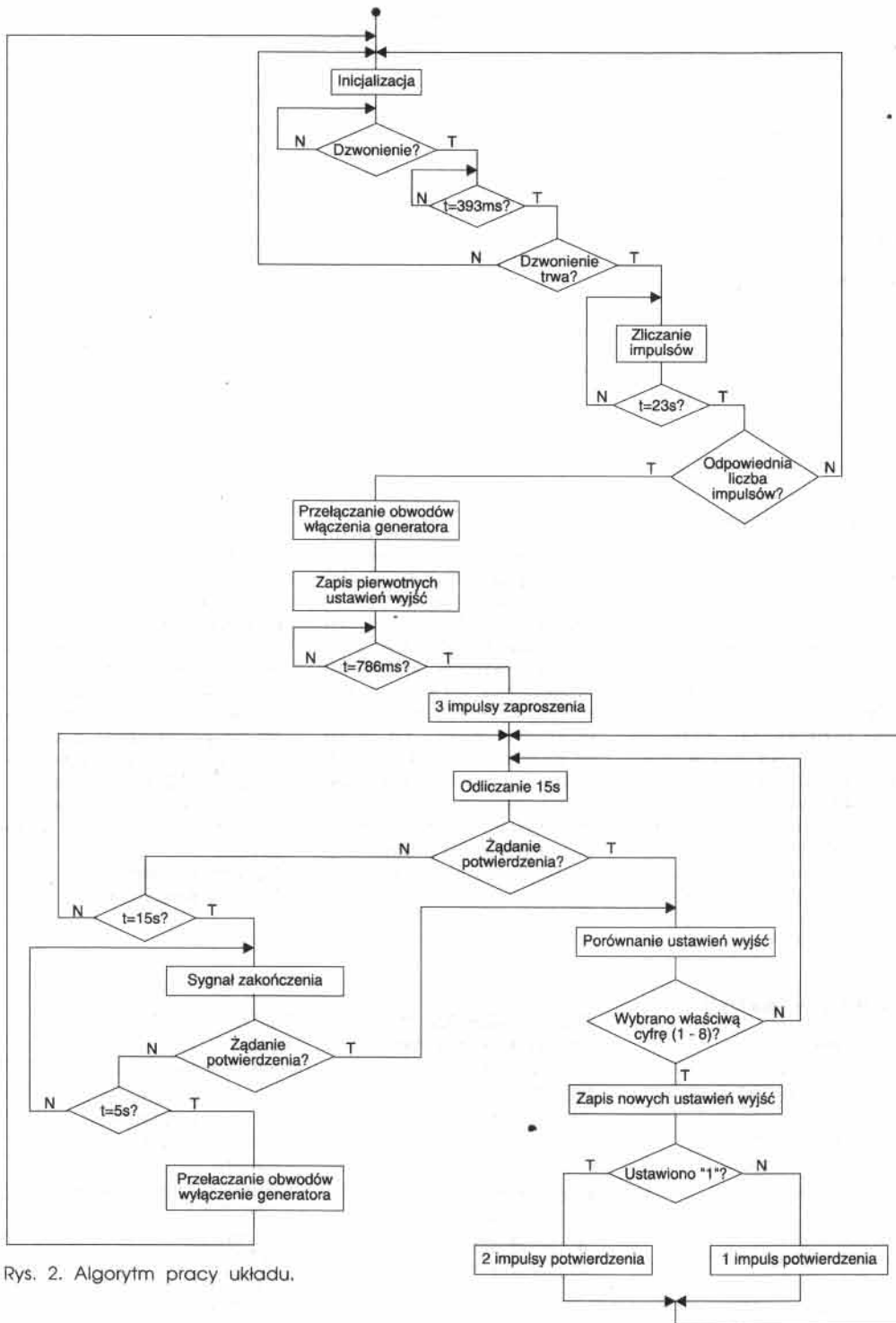
GAL16V8 to „demultiplexer z pamięcią”, gdyż realizuje połączenie funkcji demultiplexera z „dwójkami liczącymi” na każdym z jego wyjść. Jest to demultiplexer „ograniczony”, gdyż reaguje tylko na adresy odpowiadające liczbom 1...8 w kodzie binarnym. Szczegółowy program działania GAL16V8 napisany w języku CUPL przedstawiono na list.1.

Po włączeniu zasilania na wyjściach układu GAL16V8 panuje stan wysoki, więc początkowy stan wyjść urządzenia ustala użytkownik przy pomocy przełączników 11...18. Wybiera on czy wyjścia urządzenia połączyć z wyjściami U2, czy też z wyjściami negatorów CD4049. Użytkownik ustawia więc określoną kombinację (wciśnięty przełącznik oznacza ustawienie „1”) i włącza urządzenie w stan czuwania. Po wyjściu z mieszkania może zadzwonić pod swój numer





Rys. 1. Schemat elektryczny układu.



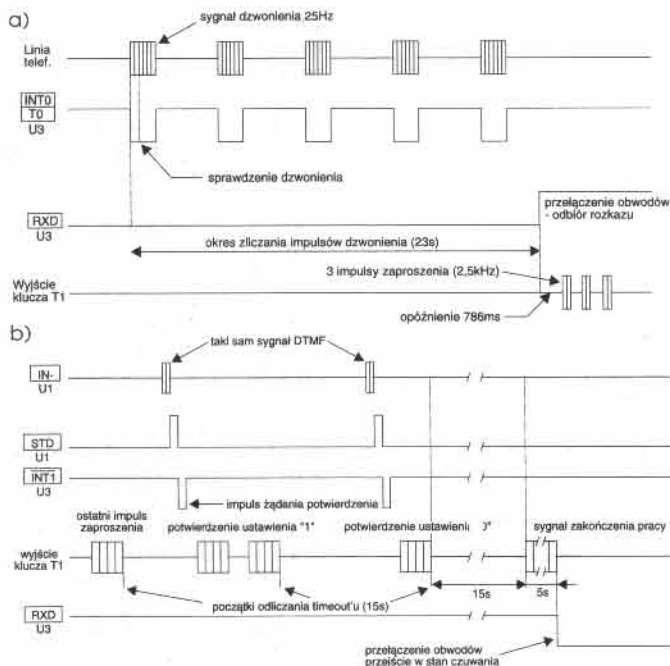
Rys. 2. Algorytm pracy układu.

telefonu w celu sterowania pracą określonych urządzeń zewnętrznych. Impulsy sygnału dzwonienia po wyprostowaniu na mostku M1 i wstępnym całkowaniu przechodzą przez układ separujący (transpator ISO1) na wejście układu całkującego (bramki NAND, D5, C3, R5), które formuje ostatecznie impulsy prostokątne zliczane przez mikroprocesor. Pierwszy impuls powoduje przełączenie mikroproce-

ra na tryb zliczania, przy czym przypadkowe zakłócenia są eliminowane dzięki powtórnemu sprawdzaniu stanu na wejściu licznika T0 po ok. 393ms. Po upływie ok. 23s odmierzonych przez timer T1 sprawdzana jest wartość licznika. Jeśli mieści się ona w odpowiednim zakresie (wynikającym z tolerancji parametrów sygnału dzwonienia), to następuje ustawienie stanu wysokiego na wyjściu RXD mikropro-

cesora. W konsekwencji układy Darlingtona (T2/T3, T4/T5) wchodzi w stan przewodzenia i następuje wysterowanie przekaźników PK1 i PK2. Powoduje to przełączenie obwodów (obciążenie linii impedancją 600W, co odpowiada podniesieniu mikrotelefonu) i początek pracy generatora 2,5kHz zbudowanego w wzmacniaczu operacyjnym LM358 (U10A). Po opóźnieniu, dla ustabilizowania na-

pięcia wyjściowego generatora, w linię telefoniczną przez transformator sprzęgający TR1 wysyłane są trzy impulsy zaproszenia. Kluczowanie sygnału 2,5kHz odbywa się przez sterowanie tranzystora T1 z wyjścia TXD mikroprocesora. Po wysłaniu impulsów zaproszenia mikroprocesor odmierza czas ochronny 15s. Jeśli w tym czasie nie nadejdzie żaden rozkaz (sygnał DTMF), to w linię wysyłany jest sygnał zakończenia pracy (5s - ciągły 2,5kHz), przełączane są obwody (RXD = 0) i mikroprocesor wraca do stanu czuwania. W przeciwnym wypadku, jeśli zostanie odebrany sygnał DTMF, to zatrzymany jest timer odmierzający 15s, a na wyjściach Q4...Q1 odbiornika UM92870A (U1) pojawia się adres wyjścia, które chcemy sterować. Jednocześnie na wejściu INF układu U2 (GAL16V8) pojawia się impuls, podany z wyjścia StD U1, który powoduje zmianę stanu na wyjściu U2 adresowanym przez wejścia A0...A3. Opóźniony impuls z wyjścia StD jest też sygnałem żądania potwierdzenia przyjscia rozkazu. Mikroprocesor porównuje stare wartości ustawień wyjść z nowymi i na tej podstawie powoduje wysłanie sygnału potwierdzenia „1” lub „0”, przez klucz wyjściowy generatora. W przypadku przesłania błędnego rozkazu, po przyciśnięciu klawisza spoza zakresu 1...8, stan wyjść nie ulega zmianie, a mikroprocesor ignoruje sygnał żądania potwierdzenia. Po przyjsciu właściwego rozkazu i wysłaniu sygnału potwierdzenia czas ochronny 15s odliczany jest od początku, itd. Jeśli w ciągu kolejnych 15s nie nadejdzie żaden sygnał sterujący z linii telefonicznej, to nadany zostaje sygnał zakończenia pracy, następuje przełączenie obwodów i mikroprocesor przechodzi w stan czuwania. Linie wyjściowe podawane są na złącze DB9. Stany wyjść sygnalizowane są przez diody L1...L8, przy czym świecenie diody oznacza poziom logiczny „1” na danym wyjściu. Przebiegi czasowe w ważniejszych punktach urządzenia przedstawiono na rys. 3a. i 3b.



Rys. 3. Przebiegi w charakterystycznych punktach układu.

Odpowiadają one przykładowemu połączeniu, podczas którego użytkownik przesyła tylko dwa rozkazy zmieniające stan logiczny jednego z wyjść. Zakładamy przy tym, że początkowe ustawienie tego wyjścia to logiczne zero.

Montaż i uruchomienie

Urządzenie zrealizowano na dwóch płytkach o druku dwustronnym z metalizacją otworów. Można wykorzystać płytki bez metalizacji otworów, ale wtedy należy w odpowiednich miejscach robić przejścia na nóżkach układów scalonych i końcówkach elementów. Płytką nr 1 mieści główny blok, natomiast na płytce nr 2 umieszczono przełącznik I1...I8, przycisk Reset oraz blok wyświetlania z diodami L1...L8. Wygodnie jest zastosować podstawki pod układy scalone i przekaźniki, które przystosowane są do podstawek DIP 16. Uruchomienie urządzenia sprowadza się do dwóch czynności. Pierwsza to połączenie obydwu płytek taśmami przewodów poprzez złącza o tym samym oznaczeniu (Z1A z Z1B, Z2A z Z2B, itd.) Złącze Z5 służy do wprowadzania sygnałów wyjściowych na złącze CONN2 (DB9) będące złączem wyjściowym urządzenia. Drugą czynnością do uruchomienia generatora

2,5kHz. W tym celu należy wlutować wszystkie elementy i wstawić do podstawek układy scalone za wyjątkiem mikroprocesora, pamięci i zatrasku. Następnie należy zewrzeć zworami nóżki 10 z 40 oraz 11 z 20 podstawki mikroprocesora. Spowoduje to wystawienie PK2 i podanie napięcia zasilania na generator. Wtedy odpowiednio regulując potencjometrami P2 i P3 do-

List.1. Program opisujący strukturę układu GAL16V8.

```

Name [DMPX] > pamięć:
Partno 00001;
Date 1994;
Revision 01;
Designer *IK*;
Company PWT-128;
Assembly JEDPC;
Location G16V8;
ADDRESS = ADDRESS1 ;
ADDRESS2 = ADDRESS2 ;
ADDRESS3 = ADDRESS3 ;
ADDRESS4 = ADDRESS4 ;
ADDRESS5 = ADDRESS5 ;
ADDRESS6 = ADDRESS6 ;
ADDRESS7 = ADDRESS7 ;
ADDRESS8 = ADDRESS8 ;
/* *****
/* Demultiplexer z 8 wyjściami
/* wyznaczonymi w przerzutniku
/* *****
/* Logic Equations & State Machine
/* *****
Allowable Target Device Types:
P1616RB, P1616RP;
/* *****
** Inputs
Pin [2..5] = [A3..0] ;
/* wejścia adresowe */
Pin 1 = INH ;
/* wejście sterujące */
** Outputs
Pin [12..19] = [WY1..8] ;
/* wyjścia DMPX z przerzutnikami */
/* Declarations and Intermediate */
/* Variable Definitions */
FIELD WYJSCIE = [WYB..1] ;
FIELD ADRES = [A3..A0] ;
ADDRESS1 = ADDRESS1 ;
ADDRESS2 = ADDRESS2 ;
ADDRESS3 = ADDRESS3 ;
ADDRESS4 = ADDRESS4 ;
ADDRESS5 = ADDRESS5 ;
ADDRESS6 = ADDRESS6 ;
ADDRESS7 = ADDRESS7 ;
ADDRESS8 = ADDRESS8 ;
APPEND WY1.d = 'b'0 ;
APPEND WY2.d = 'b'0 ;
APPEND WY3.d = 'b'0 ;
APPEND WY4.d = 'b'0 ;
APPEND WY5.d = 'b'0 ;
APPEND WY6.d = 'b'0 ;
APPEND WY7.d = 'b'0 ;
APPEND WY8.d = 'b'0 ;
APPEND WYB.d = 'b'0 ;
FIELD WYJSCIE = [WYB..1] ;
FIELD ADRES = [A3..A0] ;
    
```

prowadzamy do wzbudzenia oraz ustalamy właściwy kształt przebiegu sinusoidalnego, obserwując sygnał na nóżce 1 układu LM358. Wzbudzenie musi być pewne po każdym załączeniu przekaźnika, co sprawdzamy kilkakrotnie zwierając i rozwierając nogę 10 z 40. W kolejnym kroku także nóżkę 11 zwieramy z nóżką 40ysterowując klucz tranzystorowy. Potencjometrem P1 regulujemy amplitudę sygnału mierzoną na odczepie P1, tak aby sygnał wyjściowy w linię mieścił się w granicach 0,3...0,5V. Po

tych czynnościach wyciągamy obie zwory. Po wyłączeniu zasilania możemy umieścić w podstawkach mikroprocesor, zatrask i pamięć - urządzenie jest gotowe do pracy.

Urządzenie zasilamy napięciem stałym 5V. Maksymalny pobór prądu z zasilacza (przy świecących wszystkich diodach) wynosi ok. 300mA. Można go zmniejszyć stosując pamięć CMOS 27C32.

**Robert Jędrejko
Tomasz Kasprzak**

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory:

- R1: 5,6kΩ; typ M&T 0,5W
- R2: 1kΩ; typ M&T 0,125W
- R3, R5, R12, R13, R15: 100kΩ; typ M&T 0,125W
- R4: 4,7kΩ; typ M&T 0,125W
- R6, R18, R19: 470kΩ; typ M&T 0,125W
- R7: 1,5kΩ; typ M&T 0,125W
- R8, R11: 33kΩ; typ M&T 0,125W
- R9: 62kΩ; typ M&T 0,125W
- R10: 91Ω; typ M&T 0,125W
- R14: 330kΩ; typ M&T 0,125W
- R16: 100Ω; typ M&T 0,125W
- R17: 8,2kΩ; typ M&T 0,125W
- R20...R27: 220Ω; typ M&T 0,125W
- R28...R35: 18kΩ; typ M&T 0,125W
- P1 potencjometr TVP 47kΩ
- P2 potencjometr TVP 470Ω
- P3 potencjometr TVP 4,7kΩ

Kondensatory:

- C1: 470nF/63V; typ MKSE
- C5: 470nF/250V; typ MKSE

- C12, C2 10μF/50V; typ 04U
- C3: 1μF/50V; typ 04U
- C4, C9, C10, C11, C15, C16: 100nF/63V; typ KCP
- C8, C6: 2n2; typ KCP
- C7: 22μF/50V; typ 04U
- C14, C13: 30pF; typ KCP

Półprzewodniki:

- U1: UM92870A
- U2: GAL16V8 - zaprogramowany
- U3: PCB 80C31
- U4: 74HCT573
- U5: MBM2732A
- U6: U7 CD 4049
- U8: CD4093
- U9: LM358
- D1: dioda Zenera BZP683C45V
- D2: dioda Zenera BZP683C27V
- D3, D4: diody Zenera ZV0.7V
- D5: BAYP94
- D7, D6: BAP7905
- L1...L8: CQP 431; LED czerwona

T1...T13: BC550C

Różne:

- I1, I8: mini isostaty JPS 2271
- M1: mostek S1NB
- PK1, PK2: przekaźniki miniaturowe 5VDC, V23042 (Siemens)
- Q1: rezonator kwarcowy 3.5795MHz
- Q2: rezonator kwarcowy 2.0000MHz
- Reset: mikroprzełącznik monostabilny
- TR1: transformator sprzęgający 600Ω/600Ω; Tr-140CB
- ISO1: transformator 4N25 (CNMP63, CNY17)
- CONN1: gniazdo telefoniczne 6P4C
- CONN2 złącze DB9
- Z1A, Z1B, Z2A, Z2B, Z5: złącze 2,5mm 8-pinowe
- Z3A, Z3B: złącze 2,5mm 10-pinowe
- Z4A, Z4B: złącze 2,5mm 2-pinowe