

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.

Jednym z bardziej popularnych zastosowań komputerów osobistych jest tworzenie muzyki. Obecnie dostępne na rynku komputery szesnastobitowe, takie jak np.: COMMODORE AMIGA, ATARI czy IBM (z dobrą kartą muzyczną) mają dosyć duże możliwości w tej dziedzinie.

Jednak osoba chcąc skorzystać wymienione komputery do nauki gry lub do grania „na żywo” natrafia na problem jakim jest brak klasycznej klawiatury muzycznej. Opisana w tym artykule klawiatura pozwala rozwiązać ten problem. Była ona konstruowana z myślą o podłączeniu do komputera AMIGA. Mimo tego dzięki wykorzystaniu do przesyłania danych złącza MIDI można ją podłączyć do każdego komputera wyposażonego w interfejs MIDI, a także do modułów brzmieniowych firm ROLAND, KORG, YAMAHA itp. Klawiatura została zbudowana w oparciu o popularny mikrokomputer jednokładowy INTEL 8051. O wyborze tego układu zdecydował między innymi fakt, że zawiera on w swojej strukturze interfejs szeregowy UART, który umożliwia łatwą realizację transmisji danych w standardzie MIDI. Zamiast wymienionego procesora można również zastosować procesor 87C51 z wbudowaną pamięcią EPROM.

Maksymalna liczba klawiszy w klawiaturze wynosi 64, czyli nieco więcej niż 5 oktaw, przy czym można zastosować mniejszą ich ilość bez żadnych zmian w układzie. Program wykonywany przez procesor daje możliwość wyboru jednego z szesnastu kanałów MIDI w którym klawiatura wysyła komunikaty, umożliwia także transpozycję czyli przesuwanie zakresu dźwięków pokrywanych przez klawiaturę w obrębie 10 oktaw (pełnej skali muzycznej obejmowanej przez MIDI).

## Klawiatura muzyczna do komputerów osobistych

026

Naciśnięcie dowolnego klawisza powoduje wysłanie przez klawiaturę standardowego komunikatu MIDI „NOTE ON” złożonego z trzech bajtów (bajtu sterującego, bajtu zawierającego kod klawisza i bajtu określającego dynamikę dźwięku). W chwili puszczenia klawisza wysyłany jest komunikat „NOTE OFF” który w pewnym stopniu pozwala na sterowanie obwiednią wytwarzanego w instrumencie dźwięku.

Klawiatura jest polifoniczna, czyli możliwe jest równoczesne naciśnięcie dowolnej liczby klawiszy. Pewną wadą opisywanej klawiatury jest to, że nie reaguje ona na siłę z jaką naciskamy klawisze, tzn. nie jest klawiatura dynamiczna. Wynika to faktu, że zbudowanie klawiatury dynamicznej wymagałoby znacznego rozbudowania układu elektronicznego i skomplikowało konstrukcję mechaniczną. W związku z tym trzeci bajt komunikatu, który zwykle zawiera wartość dynamiki, w tym przypadku ma stałą wartość (takie rozwiązanie jest stosowane w większości tanich syntezatorów).

### Opis standardu MIDI

MIDI (Musical Instrument Digital Interface) jest standardem określającym zasady przesyłania informacji pomiędzy elektronicznymi instrumentami muzycznymi. Informacje przesyłane złączem MIDI umożliwiają sterowanie prawie wszystkimi funkcjami syntezatorów np. włączaniem i wyłączaniem dźwięków, zmianę barwy, zmianę głośności. Protokół MIDI został tak skonstruowany aby ograniczyć do minimum ilość przesyłanej informacji. W tym celu większość przełączników i regulatorów instrumentu przypisano numerom od 0 do 127. Podobnie postąpiono z dźwiękami

skali muzycznej którym przypisano liczby w zakresie od 0 do 127, co oznacza że maksymalna ilość obsługiwanych klawiszy wynosi 128 (dziesięć oktaw). Dane są przesyłane szeregowo, asynchronicznie z szybkością 31250 bitów/s w formie ośmiobitowych słów (bajtów) poprzedzonych bitem startu, równym logicznemu zeru i zakończonych jednym bitem stopu równym logicznej jedynce. W standardzie wyróżnia się dwa rodzaje bajtów, różniące się stanem najstarszego bitu - bajt sterujący (COMMAND BYTE), którego najstarszy bit jest równy jedynce i bajt danych (DATA BYTE), w którym ten bit jest równy zeru. Jakkolwiek zmiana stanu instrumentu np. naciśnięcie lub puszczenie klawisza powoduje wysłanie komunikatu, który składa się z bajtu sterującego i jednego lub dwóch bajtów danych. Znaczenie poszczególnych bitów bajtu sterującego jest następujące:

- bity D0 - D3 tego bajtu określają numer kanału dla którego komunikat jest przeznaczony. W standardzie MIDI przewidziano przesyłanie informacji w 16 kanałach. Każdy instrument można ustawić tak aby reagował na komunikaty nadawane tylko w jednym z nich (jest to tzw. tryb OMNI OFF), lub tak aby przyjmował wszystkie komunikaty niezależnie od numeru kanału (jest to tryb OMNI ON),
- bity D4 - D6 określają typ komunikatu MIDI. Komunikaty o numerach od 000B do 110B odnoszą się do konkretnych kanałów, natomiast numer 111B określa odrębną grupę komunikatów „systemowych”, które są przeznaczone dla wszystkich instrumentów, niezależnie od kanału na którym pracują,

- bit D7 zawsze równy jedynce logicznej.

W tabeli 1 została przedstawiona lista wszystkich komunikatów MIDI. Najważniejsze z komunikatów kanałowych to:

- komunikaty NOTE ON i NOTE OFF które zostaną dokładniej wyjaśnione w opisie działania klawiatury,
- komunikat CONTROL CHANGE jest wysyłany w momencie zmiany ustawienia któregoś urządzeń sterujących (kontrolerów) np.: naciśnięcia pedału nożnego. Komunikat składa się z bajtu sterującego, bajtu określającego numer modulatora i bajtu zawierającego parametr. Lista podstawowych kontrolerów znajduje się w tabeli nr 2,
- komunikat PROGRAM CHANGE służy do wyboru brzmienia instrumentu. Komunikat składa się z dwóch bajtów, po bajcie sterującym wysyłany jest numer brzmienia zawarty w przedziale od 0 do 127. W instrumentach posiadających więcej niż 128 brzmień stosuje się tzw. banki brzmień. W takim przypadku aby wybrać barwę trzeba najpierw dokonać wyboru banku. Odbywa się to za pomocą komunikatu CONTROL CHANGE nr 0 (starszy bajt numeru banku) i nr 32 (młodszy bajt) poprzedzających komunikat PROGRAM CHANGE,
- komunikat PITCH WHEEL CHANGE jest wysyłany w chwili użycia znajdującego się w większości syntezatorów dużego pokrętła (lub dźwigni), służącego do płynnej zmiany wysokości dźwięku. Przesyłane po kodzie sterującym dwa bajty danych pozwalają na określenie położenia tego manipulatora

Tabela.1 Lista komunikatów występujących w systemie MIDI.

	BAJT STERUJACY	BAJT DANYCH	BAJT DANYCH
CHANNEL VOICE MESSAGES	D7—D0		
NOTE ON	1001CCCC	NOTE:0-127	A.VELOCITY:0-127
NOTE OFF	1000CCCC	NOTE:0-127	R.VELOCITY:0-127
KEY PRESSURE	1010CCCC	NOTE:0-127	PRESSURE:0-127
CONTROL CHANGE	1011CCCC	CTRL:0-127	VALUE:0-127
PROGRAM CHANGE	1100CCCC		PROGRAM:0-127
CHANNEL PRESSURE	1101CCCC		PRESSURE:0-127
PITCH WHELL CHANGE	1110CCCC	LSB:0-127	MSB:0-127
CHANNEL MODE MESSAGES			
CHANNEL MODE	1011CCCC	LOCAL CONTROL:122	ON:0 OFF:127
		ALL NOTES OFF:123	VALUE:0
		OMNI MODE OFF:124	VALUE:0
		OMNI MODE ON:125	VALUE:0
		MONO MODE ON:126	
		POLY MODE ON:127	VALUE:0
CCCC - czterobitowy numer kanału 1 - 16			
SYSTEM COMMON MESSAGES			
UNDEFINED	11110001		
SONG POSITION POINTER	11110010	LSB:0-127	MSB:0-127
SONG SELECT	11110011	SONG:0-127	
UNDEFINED	11110100		
UNDEFINED	11110101		
TUNE REQUEST	11110110		
SYSTEM EXCLUSIVE MESSAGES			
START OF EXCLUSIVE	11110000	DATA:0-127	
END OF EXCLUSIVE	11110111		
REAL TIME MESSAGES			
MIDI CLOCK	11111000		
UNDEFINED	11111001		
START SEQUENCE	11111010		
CONTINUE SEQUENCE	11111011		
STOP SEQUENCE	11111101		
ACTIVE SENSING	11111110		
SYSTEM RESET	11111111		

z rozdzielczością 14-bitową.

komunikaty CHANNEL PRESSURE i POLYPHONIC KEY PRESSURE są generowane tylko przez niektóre syntezatory wyższej klasy, dlatego nie będą tu opisywane.

Do komunikatów kanałowych zalicza się również CHANNEL MODE MESSAGES, które służą głównie do przypisania instrumentom konkretnych kanałów MIDI:

- komunikat OMNI ON, POLY ON powoduje, że syntezator odbiera dane niezależnie od numeru kanału, dźwięk jest generowany polifonicznie,
- komunikat OMNI OFF, POLY ON sprawia że instrument odbiera dane tylko w jednym z kanałów, dźwięk jest generowany polifonicznie,
- komunikat OMNI ON, MONO - dane są odbierane niezależnie od numeru kanału, dźwięk jest generowany monofonicznie (jednogłosowo),
- komunikat OMNI OFF, MONO - dźwięk wytwa-

rzany monofonicznie, syntezator odbiera dane w niektórych kanałach. Ilość aktywnych kanałów określa bajt danych,

- komunikat ALL NOTES OFF wyłącza dźwięk we wszystkich kanałach,
- komunikat LOCAL CONTROL ON/OFF steruje przyłączeniem klawiatury syntezatora do generatorów dźwięków.

Odrębną grupę komunikatów stanowią komunikaty systemowe dzielące się na komunikaty (SYSTEM COMMON MESSAGES) przeznaczone głównie dla sekwencerów i automatycznych perkusji oraz komunikaty sterujące w czasie rzeczywistym (REAL TIME MESSAGES) wykorzystywane do synchronizacji urządzeń pracujących w sieci MIDI:

- komunikat SONG POSITION POINTER ustawia wewnętrzny licznik taktów instrumentu (np. sekwencera) na wartość przekazaną w dwóch bajtach danych,
- komunikat SONG SELECT umożliwia wybór jednego

z utworów zapisanych w sekwencerze. Bajt danych określa numer utworu,

- komunikat TUNE REQUEST jest przeznaczony dla syntezatorów analogowych, powoduje dostrojenie generatorów dźwięku,
- komunikat MIDI CLOCK który jest generowany 24 razy w czasie równym jednej ćwierćnucie,
- komunikat START SEQUENCE powodujący uruchomienie sekwencerów (jednocześnie wyzerowując wewnętrzny licznik taktu),
- komunikat STOP SEQUENCE powodujący zatrzymanie sekwencerów i wyłączenie wszystkich źródeł dźwięku,
- komunikat SYSTEM RESET ustawia wszystkie instrumenty w sieci w stan początkowy tzn. taki jak po włączeniu zasilania.

Ostatnim z komunikatów jest komunikat SYSTEM EXCLUSIVE MESSAGES (w skrócie SYSEX). Jest on związany z dodatkowymi możliwościami instrumentu

przewidzianymi przez producenta. Po kodzie sterującym przesyłany jest bajt zawierający 7-bitowy numer służący do identyfikacji producenta urządzenia, a następnie wysyłany jest dowolnie długi ciąg danych. Transmisje danych kończy komunikat END OF EXCLUSIVE (EOX), może ona także zostać przerwana poprzez wysłanie dowolnego bajtu sterującego. Istnienie tego komunikatu pozwala między innymi na przesyłanie samplowanych dźwięków z syntezatora do komputera w celu precyzyjnej dalszej ich obróbki.

### Opis działania

W opisywanym urządzeniu zastosowano 48-klawiszową klawiaturę (4 oktawy), jednak program procesora zapewnia obsługę maksymalnie 64 klawiszy, co umożliwia podłączenie klawiatury ponad pięcioklawiszowej. Styki podklawiszowe tworzą matrycę złożoną z ośmiu kolumn i sześciu wierszy. Wiersze są podłączone do wyjść dekodera US 5, a kolumny do wejść multiplexera US 4. Procesor sprawdza stan poszczególnych klawiszy wysyłając do portu P1 sześciobitowy adres. Bity P1.0 - P1.2 po zdekodowaniu przez US 5 wybierają wiersz ustawiając na nim stan 0, natomiast bity P1.3 - P1.5 wybierają, poprzez US 4, aktywną kolumnę. Jeżeli sprawdzany klawisz jest naciśnięty, to stan wyjścia układu US 4 (pin 6) zmienia się z niskiego na wysoki i jest odczytywany przez procesor za pomocą wejścia P3.7. Niestety, wada typowej klawiatury matrycowej, są trudności z prawidłowym odczytaniem stanu wielu jednocześnie naciśniętych klawiszy, co oczywiście jest konieczne w przypadku klawiatury muzycznej. Wada ta została usunięta za pomocą diod (połączonych szeregowo z przełącznikami podklawiszowymi), które umożliwiają ich wzajemne odseparowanie.

Do zmiany kanału i transpozycji wykorzystano część klawiatury. Aby zmienić kanał na którym klawiatura wysyła dane, należy naciśnąć jeden z klawiszy o numerach od 0 do 15

i równocześnie na chwile nacisnąć przycisk SW 2. Nowy numer kanału będzie wtedy równy numerowi naciśniętego klawisza plus jeden np. jeżeli naciśniemy 10 klawisz z komunikaty będą wysyłane w kanale numer 11. Podobnie realizowana jest transpozycja - naciska się jeden z klawiszy o numerach od 0 do 5 i równocześnie na chwile naciska się przycisk SW 1. Zależnie od tego, który klawisz został naciśnięty klawiatura zostaje przesunięta o 1 do 6 oktaw. Naciśnięcie samych przycisków SW1, SW2 powoduje ustawienie standardowych parametrów pracy tzn. komunikaty będą wysyłane w kanale nr 1, a środkowa oktawa klawiatury będzie ustawiona na tzw. oktawie razkresłej.

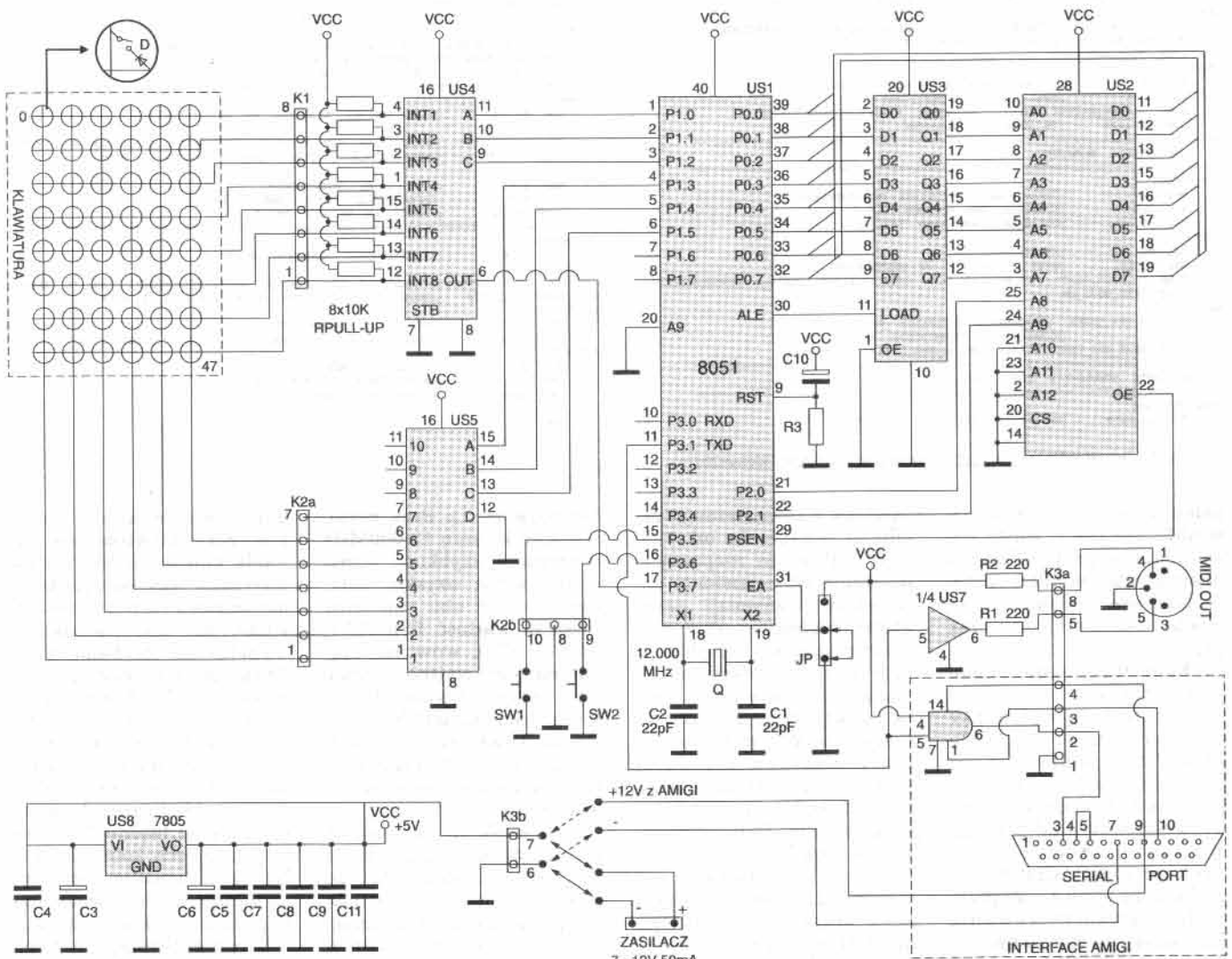
Wysyłane przez procesor dane szeregowe pojawiają się na wyjściu P3.1 i mają

poziomy TTL, co powoduje że do połączenia z komputerem AMIGA lub instrumentem MIDI niezbędne jest zastosowanie interfejsu. W przypadku AMIGI wejściem sygnału MIDI jest pin nr 3 złącza SERIAL PORT. Złącze to jest zgodne ze standardem RS-232, dlatego konieczne jest dokonanie konwersji wychodzących z procesora sygnałów TTL, do poziomów napięć obowiązujących w standardzie RS-232 (logiczna jedynka równa napięciu -12V, zero równe napięciu +12V). Konwersja została zrealizowana za pomocą jednej z czterech bramek-buforów zawartych w układzie US6. Poza tym ważne jest również połączenie ze sobą występujących na złączu SERIAL PORT sygnałów RTS (pin4) i CTS (pin5).

Jako interfejs do instrumentów MIDI został użyty

Tabela.2 Numery wybranych kontrolerów w systemie MIDI.

NUMER	FUNKCJA
00	BANK SELECT MSB
01	MODULATION WHEEL
02	BREATH CONTROLLER
04	FOOT CONTROLLER
05	PORTAMENTO TIME
07	MAIN VOLUME
08	BALANCE
10	PAN CONTROLLER
11	EXPRESSION CONTROLLER
16-19	GENERAL PURPOSE CONTROLLERS (1-4)
32-63	LSB FOR VALUES 0-31
64	DAMPER PEDAL (SUSTAIN)
65	PORTAMENTO
66	SOSTENUTO
67	SOFT PEDAL
70-79	SOUND CONTROLLERS (No 1 - No 10)
80-83	GENERAL PURPOSE CONTROLLERS (5-8)
91	EXTERNAL EFFECT DEPTH
92	TREMOLO DEPTH
93	CHORUS DEPTH
95	PHASER DEPTH
96	DATA INCREMENT
97	DATA DECREMENT



Rys. 1. Schemat elektryczny klawiatury MIDI.



```

=====
; USTAWIENIE PARAMETROW TRANSMISJI
=====
ORG 0

MOV SCON,#052H ;USTAWIENIE PORTU SZEREGOWEGO (TRYB 1,8 BITOW)
MOV TMOD,#0A5H ;USTAWIENIE LICZNIKA (TRYB 2, AUTOMATYCZNE
PRZELADOWANIE)
MOV TH1,#0FFH ;WPISANIE WARTOSCI POCZATKOWEJ LICZNIKA
MOV TL1,#0FFH
MOV TCON,#40H ;URUCHOMIENIE LICZNIKA
MOV 6EH,#0 ;USTAWIENIE KANALU MIDI (KANAL 1)
MOV 6FH,#24H ;USTAWIENIE OBSZARU SKALI MUZYCZNEJ POKRYWANEGO PRZEZ
;KLAWIATURY (WPISANIE LICZBY 24H POWODUJE ZE NAJNIZSZY KLAWISZ
;BEDZIE GRAL DZWIEKIEM "C-4" Z TZW. MALEJ OKTAWY)

=====
; WYSLANIE KOMUNIKATU MIDI "RESET"
=====
MOV SBUF,#0FFH ;KOD MIDI RESET DO BUFORA PORTU SZEREGOWEGO

WAIT:
JNB TI,WAIT ;OCZEKIWANIE NA KONIEC TRANSMISJI
CLR TI ;KASOWANIE WSKAZNIKA KONCA TRANSMISJI

=====
; WYPELNIENIE TABLICY BAJTAMI FFH
=====
MOV A,#0FFH ;FFH DO AKUMULATORA
MOV R0,#30H ;USTAWIENIE POCZATKU TABLICY (R0-WSKAZNIK ADRESU
PAMIECI)
LOOP1:
MOV @R0,A ;PRZESLANIE ZAWARTOSCI AKUMULATORA DO PAMIECI
INC R0 ;ZWIĘKSZENIE R0
CJNE R0,#63H,LOOP1 ;SPRAWDZENIE CZY OSIAGNIETO KONIEC TABLICY

=====
; GLOWNA PETLA PROGRAMU
=====
MAINPR:
LJMP PRESETS ;SKOK DO PROCEDURY UMOZLIWIAJACEJ ZMIANE
;KANALU LUB TRANSPOZYCJE
MOV P1,#0H ;POPRIEZ PORT 1 ZAADRESOWANIE KLAWISZA NR 0

MAIN:
JB P3.7,KEY_PRESS ;JEZELI KLAWISZ NACISNIETY TO SKOK
KEY_NOT_PRESS:
MOV A,P1 ;ZAPAMIETANIE KODU AKTUALNIE
MOV 7EH,A ;SPRAWDZANIE KLAWISZA POD ADRESEM 7EH
MOV R0,2FH ;USTAWIENIE POCZATKU TABLICY

LOOP2:
INC R0 ;ZWIĘKSZENIE R0
MOV A,@R0 ;DANA Z TABLICY DO AKUMULATORA
CJNE R0,#63H,NEXT ;SPRAWDZENIE CZY CALA TABLICA ZOSTALA PRZEGLADNIETA
LJMP NEXT_KEY_TEST ;JEZELI TAK TO SPRAWDZENIE NASTEPNEGO KLAWISZA

NEXT:
CJNE A,7EH,LOOP2 ;POROWNANIE SPRAWDZANEGO KLAW. Z ZAWARTOSCIĄ TABLICY
MOV @R0,#0FFH ;USUNIĘCIE KLAWISZA Z TABLICY
LJMP SEND_NOTE_OFF

NEXT_KEY_TEST:
INC P1 ;ZAADRESOWANIE NASTEPNEGO KLAWISZA
MOV A,P1 ;PORT P1 DO AKUMULATORA
CJNE A,#3FH,MAINPR ;JEZELI WSZYSTKIE KLAWISZE SPRAWDZONE
LJMP MAINPR ;TO SKOK NA POCZATEK

=====
; NACISNIĘCIE KLAWISZA
=====
KEY_PRESS:
MOV A,P1 ;ZAPAMIETANIE AKTUALNIE NACISNIĘTEGO
MOV 7EH,A ;KLAWISZA POD ADRESEM 7EH
MOV R0,2FH ;USTAWIENIE POCZATKU TABLICY

LOOPS:
INC R0 ;ZWIĘKSZENIE R0
MOV A,@R0 ;DANA Z TABLICY DO AKUMULATORA
CJNE R0,#63H,NEXT1 ;SPRAWDZENIE CZY CALA TABLICA ZOSTALA PRZEGLADNIETA
LJMP SEND_NOTE_ON

NEXT1:
CJNE A,7EH,LOOPS ;POROWNANIE AKTUALNIE NACISNIĘTEGO
;KLAWISZA Z ZAWARTOSCIĄ TABLICY
LJMP NEXT_KEY_TEST ;POWROT DO GLOWNEJ PETLI PROGRAMU

=====
; WYSLANIE KOMUNIKATU MIDI "NOTE ON"
=====
SEND_NOTE_ON:
MOV R0,#27H ;USTAWIENIE POCZATKU TABLICY

=====
LOOP4:
INC R0 ;ZWIĘKSZENIE R0
CJNE @R0,#0FFH,LOOP4 ;POSZUKIWANIE WOLNEGO MIEJSCA W TABLICY
MOV @R0,0FEH ;WPISANIE DO TABLICY NUMERU WYSYLANEGO KLAW.
MOV A,@R0H ;ZALADOWANIE PIERWSZEGO BAJTU KOMUNIKATU MIDI
ADD A,6EH ;DODANIE ZAWARTOSCI KOMORKI PAMIECI PRZECHOWU-
;JACEJ NUMER KANALU
MOV SBUF,A ;ZALADOWANIE BUFORA PORTU SZEREGOWEGO

WAIT1:
JNB TI,WAIT1 ;OCZEKIWANIE NA KONIEC TRANSMISJI
CLR TI ;KASOWANIE WSKAZNIKA KONCA TRANSMISJI
MOV A,7EH ;KOD KLAWISZA DO AKUMULATORA
ADD A,6FH ;DODANIE ZAWARTOSCI KOMORKI PAMIECI PRZECHOWU-
;JACEJ NUMER OKTAWY
MOV SBUF,A ;ZALADOWANIE BUFORA PORTU SZEREGOWEGO

WAIT2:
JNB TI,WAIT2 ;OCZEKIWANIE NA KONIEC TRANSMISJI
CLR TI ;KASOWANIE WSKAZNIKA KONCA TRANSMISJI
MOV SBUF,#40H ;ZALADOWANIE DO BUFORA PORTU SZEREGOWEGO
;DYNAMIKI NACISNIĘCIA KLAW. (ATTACK VELOCITY)

WAIT3:
JNB TI,WAIT3 ;OCZEKIWANIE NA KONIEC TRANSMISJI
CLR TI ;KASOWANIE WSKAZNIKA KONCA TRANSMISJI
LJMP NEXT_KEY_TEST ;SPRAWDZENIE NASTEPNEGO KLAWISZA

=====
; WYSLANIE KOMUNIKATU MIDI "NOTE OFF"
=====
SEND_NOTE_OFF:
MOV A,#80H ;ZALADOWANIE PIERWSZEGO BAJTU KOMUNIKATU MIDI
ADD A,6EH ;DODANIE ZAWARTOSCI KOMORKI PAMIECI PRZECHOWU-
;JACEJ NUMER KANALU
MOV SBUF,A ;ZALADOWANIE BUFORA PORTU SZEREGOWEGO

WAIT4:
JNB TI,WAIT4 ;OCZEKIWANIE NA KONIEC TRANSMISJI
CLR TI ;KASOWANIE WSKAZNIKA KONCA TRANSMISJI
MOV A,7EH ;KOD KLAWISZA DO AKUMULATORA
ADD A,6FH ;DODANIE ZAWARTOSCI KOMORKI PAMIECI PRZECHOWU-
;JACEJ NUMER OKTAWY
MOV SBUF,A ;ZALADOWANIE BUFORA PORTU SZEREGOWEGO

WAIT5:
JNB TI,WAIT5 ;OCZEKIWANIE NA KONIEC TRANSMISJI
CLR TI ;KASOWANIE WSKAZNIKA KONCA TRANSMISJI
MOV SBUF,#40H ;ZALADOWANIE BUFORA PORTU SZEREGOWEGO
;DYNAMIKI ZWOLNIENIA KLAW. (RELEASE VELOCITY)

WAIT6:
JNB TI,WAIT6 ;OCZEKIWANIE NA KONIEC TRANSMISJI
CLR TI ;KASOWANIE WSKAZNIKA KONCA TRANSMISJI
LJMP NEXT_KEY_TEST ;SPRAWDZENIE NASTEPNEGO KLAWISZA

=====
; USTAWIENIE PARAMETROW PRACY
=====
PRESETS:
JNB P3.6,CHANNEL ;JEZELI SW2 NACISNIETY TO ZMIANA KANALU
JNB P3.5,TRANSPOSE ;JEZELI SW1 NACISNIETY TO TRANSPOZYCJA
LJMP MAIN ;POWROT DO GLOWNEJ PETLI

CHANNEL:
MOV P1,#0FH ;ZAADRESOWANIE KLAWISZA NR 15

TEST1:
JB P3.7,EXIT1 ;SPRAWDZENIE CZY KLAWISZ NACISNIETY-JEZELI TAK TO SKOK
DJNZ P1,TEST1 ;ZMNIJSZENIE O JEDEN ADRESU KLAWISZA I SKOK

EXIT1:
MOV A,P1 ;PORT 1 DO AKUMULATORA
MOV 6EH,A ;ZAPAMIETANIE NOWEGO NUMERU KANALU
LJMP MAIN ;POWROT DO GLOWNEJ PETLI

TRANSPOSE:
MOV P1,#05H ;ZAADRESOWANIE KLAWISZA NR 5

TEST2:
JB P3.7,EXIT2 ;SPRAWDZENIE CZY KLAWISZ NACISNIETY-JEZELI TAK TO SKOK
DJNZ P1,TEST2 ;ZMNIJSZENIE O JEDEN ADRESU KLAWISZA I SKOK

EXIT2:
MOV A,P1 ;PORT 1 DO AKUMULATORA
MOV B,#0CH ;LICZBA 12 DO REJESTRU B (12=ILOSC KLAWISZY W
OKTAWIE)
MUL AB ;OBLICZENIE PRZESUNIĘCIA
MOV 6FH,A ;ZAPAMIETANIE PRZESUNIĘCIA
LJMP MAIN ;POWROT DO GLOWNEJ PETLI

=====
END
=====

```

Listing 1. Przykładowy program sterujący pracą klawiatury.

jeden z buforów zawartych w układzie US 7. Bufor ten zamienia sygnały TTL na obowiązujące w MIDI sygnały prądowe (jedynce odpowiada prąd 5mA, zero brak prądu).

Klawiatura współpracująca z AMIGĄ jest zasilana z komputera, napięciem 12V występującym na złączu SERIAL PORT. Napięcie to jest obniżane przy pomocy stabilizatora US 8 do poziomu 5V. Pobierany prąd przy zastosowaniu układów scalonych w wersji CMOS nie przekracza 60mA. W przypadku wykorzystywania klawiatury do sterowania instrumentami MIDI jest ona

zasilana z zewnętrznego zasilacza o napięciu od 7 do 12V. Program rozpoczyna działanie od ustawienia parametrów transmisji przez złącze szeregowo. Port szeregowo pracuje w trybie nr 1, w którym przesyłany bajt jest poprzedzony bitem startu i zakończony jednym bitem stopu. W tym trybie impulsy zegarowe dla portu szeregowo wytwarzane są przez licznik nr 1 (TIMER1) w momencie jego wypełnienia. Źródłem impulsów taktujących dla licznika jest wewnętrzny generator sygnału zegarowego, którego częstotliwość jest równa 1/12 częstotliwości oscylatora

kwarcowego Q. Przy zastosowaniu kwarcu 12.000MHz wymagana szybkość transmisji można uzyskać załadując do obu rejestrów licznika wartości FFh (TL1, TH1 = FFh), wówczas sygnał na jego wyjściu będzie miał częstotliwość 1MHz która po podzieleniu przez 32 (w wewnętrznych dzielnikach portu szeregowo) daje dokładnie częstotliwość 31250 Hz.

Po ustaleniu parametrów transmisji w pamięci RAM procesora od adresu 30h do adresu 63h tworzona jest tablica przeznaczona do zapamiętywania numerów naciśniętych klawiszy. Jej istnienie

umożliwia wykrycie faktu puszczania klawisza oraz pozwala uniknąć wielokrotnego wysyłania tego samego kodu naciśniętego i trzymanego klawisza. Jest ona początkowo wypełniana liczbami FFh, dzięki czemu możliwe jest odróżnienie wolnych komórek tej tablicy od komórek zawierających kody klawiszy. Kolejnym krokiem jest wysłanie do instrumentu komunikatu „MIDI RESET”. Ma to na celu uniemożliwienie błędnej interpretacji kolejnych komunikatów. Następnie procesor rozpoczyna wykonywanie głównej pętli programu i skacze do procedury umożliwiającej zmianę kanału i transpozycje. Na po-

czątku tej procedury procesor sprawdza stan wejść P3.5 i P3.6 do których są podłączone przełączniki SW1 i SW2. Jeżeli naciśnięty jest przycisk SW2 procesor wykonuje podprogram zmieniający numer kanału. Sprawdza po kolei klawisze o numerach od 15 do 0 i jeżeli stwierdzi, że któryś z nich jest naciśnięty, zapamiętuje jego numer w pamięci pod adresem 6Eh poczym powraca do głównej pętli programu. Zawartość komórki pamięci 6Eh jest później wykorzystywana do wytworzenia bajtu sterującego MIDI (zostanie to wyjaśnione w dalszej części opisu).

Jeżeli natomiast naciśnięty jest przycisk SW1 procesor wykonuje podprogram realizujący transpozycje. Podobnie jak przy ustawianiu kanału, sprawdzane są klawisze z tym, że tym razem jest to sześć klawiszy o numerach od 5 do 0. Jeśli któryś z nich jest naciśnięty to jego numer jest mnożony przez liczbę 12 (12 jest to ilość klawiszy w oktawie). Otrzymana w wyniku liczba po zapisaniu w pamięci pod adresem 6Fh jest później używana do obliczenia kodów klawiszy dla innych oktaw.

Po powrocie z procedury ustawiania parametrów procesor rozpoczyna przeglądanie klawiatury. Wysyła do portu P.1 bajt 0 będący adresem klawisza numer 0 i testuje stan wejścia P3.7. Dalsze postępowanie programu jest zależne od tego czy sprawdzany klawisz jest naciśnięty czy puszczony.

Załóżmy że klawisz jest naciśnięty. W takiej sytuacji procesor skacze do procedury wysyłającej komunikat MIDI ON. Na jej początku kod klawisza jest porównywany z zawartością tablicy przechowującej kody naciśniętych klawiszy. Jeżeli procesor nie znajdzie w tablicy kodu testowanego klawisza to przechodzi do podprogramu aktualizującego jej zawartość. Najpierw poszukuje pierwszej wolnej komórki w tablicy (jako wolna program traktuje komórkę zawierającą liczbę FFh), a następnie wpisuje do tej komórki kod sprawdzanego klawisza. Później procesor rozpoczyna wysyłanie komunikatu „NOTE ON”. Jako pierwszy wysyłany jest bajt sterujący, który jest tworzony poprzez dodanie do standardowego bajtu sterującego 144 zawartości

komórki 6Eh przechowującej numer kanału. Także drugi wysyłany bajt powstaje w wyniku dodania dwóch liczb. Pierwsza z nich jest to bezwzględny kod naciśniętego klawisza, a druga liczba pobrana z komórki 6Fh określająca przesunięcie względem najniższego dźwięku w skali muzycznej. Po włączeniu klawiatury pod adres 6Fh wpisywana jest standardowa wartość 24h, dlatego jeżeli np. naciśniemy klawisz nr 2 to wysłany zostanie bajt o wartości 26h (2 + 24) będący kodem dźwięku d-4. Ostatni bajt komunikatu zawiera informacje o dynamice naciśnięcia klawisza, ale wobec tego że klawiatura nie jest dynamiczna, wysyłany bajt ma stałą wartość 64. Po zakończeniu transmisji procesor wraca do głównej pętli i sprawdza następne klawisze. Przejrzenie całej klawiatury trwa bardzo krótko w związku z tym praktycznie zawsze naciśnięcie klawisza (nawet przez moment) jest wykrywane wielokrotnie. Innymi słowy, nawet krótkotrwałe naciśnięcie klawisza powodowałoby kilkakrotne wysyłanie takiego samego komunikatu „NOTE ON”, co oczywiście jest niedopuszczalne. Problem ten został rozwiązany dzięki istnieniu tablicy naciśniętych klawiszy. Po powtórnym stwierdzeniu naciśnięcia klawisza procesor jak zwykle przegląda tablice i znajduje w niej wpisany tam poprzednio kod sprawdzanego ponownie klawisza. Oznacza to, że komunikat został już wysłany i nie ma potrzeby robienia tego jeszcze raz. Wobec tego następuje powrót do głównej pętli i testowanie kolejnych klawiszy.

W przypadku gdy sprawdzany klawisz nie jest naciśnięty wykonywana jest procedura której zadaniem jest ewentualne wysłanie komunikatu „NOTE OFF”. Zanim to jednak nastąpi kod klawisza jest porównywany z zawartością tablicy. Jeżeli znajduje się w niej porównywany kod, to oznacza to, że ten klawisz był naciśnięty i został przed chwilą puszczony. W takiej sytuacji procesor usuwa jego kod z tablicy i przystępuje do wysłania komunikatu „NOTE OFF”. Struktura tego komunikatu jest taka sama jak komunikatu „NOTE ON”. Jedyną różnicą jest wartość bajtu sterującego, który w tym przy-

padku jest równy 128. Po wysłaniu komunikatu następuje powrót do głównego programu.

Pozostał jeszcze do przeanalizowania przypadek, gdy testowany klawisz nie był w ogóle naciskany. W takiej sytuacji procesor przeszukując tablice nie znajduje w niej oczywiście kodu tego klawisza i w związku z tym powraca do głównego programu aby kontynuować przeglądanie klawiatury.

## Uruchomienie i użytkowanie

Uruchomienie układu elektronicznego klawiatury nie powinno stwarzać problemów. Należy tylko koniecznie pamiętać o podłączeniu rezystorów podciągających RPULL-UP ponieważ ich brak może powodować wysyłanie przypadkowych komunikatów. Sprawdzenie działania można ułatwić podłączając do nóżek 4 i 5 wyjścia MIDI OUT diodę świecącą. Dioda ta powinna słabo błyskać w chwili naciśnięcia lub puszczenia klawisza. Jeżeli wykorzystujemy procesor 80C51 lub 80C31 to zwora JP powinna być tak ustawiona, aby zwierała wejście EA procesora z masą. W przypadku procesora 87C51 należy ją przestawić.

Klawiaturę podłącza się do instrumentu MIDI przy pomocy typowego kabla DIN STEREO którego jedna kofcówkę wkłada się do gniazda MIDI OUT klawiatury, a druga do gniazda MIDI IN instrumentu. W przypadku modułów brzmieniowych najczęściej nie ma potrzeby zmiany jakiegokolwiek z parametrów pracy modułu, a przynajmniej jest tak przy współpracy z modułami KORG 01/W i ROLAND SOUND CANVAS SC-55. Natomiast niektóre z klasycznych syntezatorów (z klawiaturą) mogą wymagać pewnych zmian konfiguracji np. przełączenia w tryb „receive”.

Wykorzystanie klawiatury do sterowania AMIGĄ wymaga oczywiście załadowania do komputera odpowiedniego programu. Do AMIGI powstało wiele programów przeznaczonych do obsługi MIDI, które mogą współpracować z klawiaturą. Część z nich to profesjonalne sekwencery, takie jak np. MUSIC-X, KCS, TIGER

## WYKAZ ELEMENTÓW:

### Rezystory

R1, R2: 220Ω  
R3: 8,2kΩ  
RPULL-UP: 8x10kΩ PACK

### Kondensatory

C1, C2: 22pF  
C10: 10μF/16V  
C6, C3: 470μF/16V  
C4, C5, C7, C8, C9, C11: 100nF

### Półprzewodniki

U1: 80C51  
U2: EPROM 27C64  
U3: 74LS573  
U4: 74LS151  
U5: 74LS42  
U6: MC1488 (bufor RS 232)  
U7: 74LS125  
U8: 7805  
D: 1N4148 (ilość równa ilości klawiszy)

### Różne

JP: jumper  
Q: rezonator kwarcowy 12.000 MHz  
SW1, SW2: przełączniki astabilne  
K1, K2, K3: złącza  
Zależnie od wersji:  
Gniazda DIN stereo lub  
Złącze typu D-25 (żeńskie)

CUB czy STAINBERG PRO 24. Oprócz tego istnieje wiele prostszych programów, które wytwarzają dźwięk używając wewnętrznych generatorów komputera, a zarazem mają rozbudowany interfejs MIDI. Do najlepszych programów tego typu można zaliczyć serię programów o nazwie OCTAMED, a szczególnie najnowszą wersję OCTAMED 5.00 PRO. Żeby przystosować ten program do współpracy z klawiaturą należy najpierw załadować dowolny instrument przy pomocy funkcji „LOAD INSTRUMENT”, następnie włączyć opcje „MIDI ACTIVE” i „INPUT ACTIVE” znajdujące się w menu „MIDI” na górnej liście. Warto również włączyć opcje „CHORD” znajdującą się na głównym ekranie programu, co pozwoli na grę polifoniczną. Do sprawdzenia klawiatury można również użyć program MUSIC-X, który po włączeniu opcji EDIT TRACK i przełączeniu w tryb EVENT EDITOR wyświetla na ekranie (w czasie rzeczywistym) wszystkie odbierane komunikaty.

**Dariusz Krawiec**