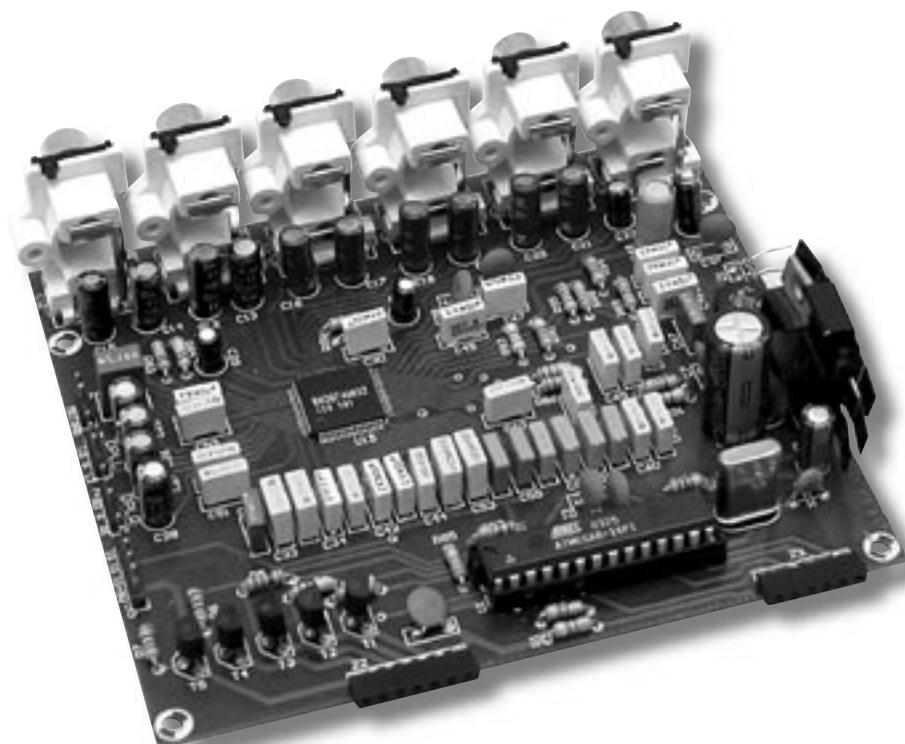


# Procesor audio z equalizerem i analizatorem widma, część 1

## AVT-580

*Procesorem audio można nazwać każdy układ/urządzenie służące do obróbki sygnału audio. Istniejące konstrukcje realizują to albo na drodze analogowej, albo na drodze cyfrowej. Zastosowanie procesora audio niewątpliwie podnosi walory użytkowe sprzętu akustycznego bez względu na zastosowane rozwiązanie.*

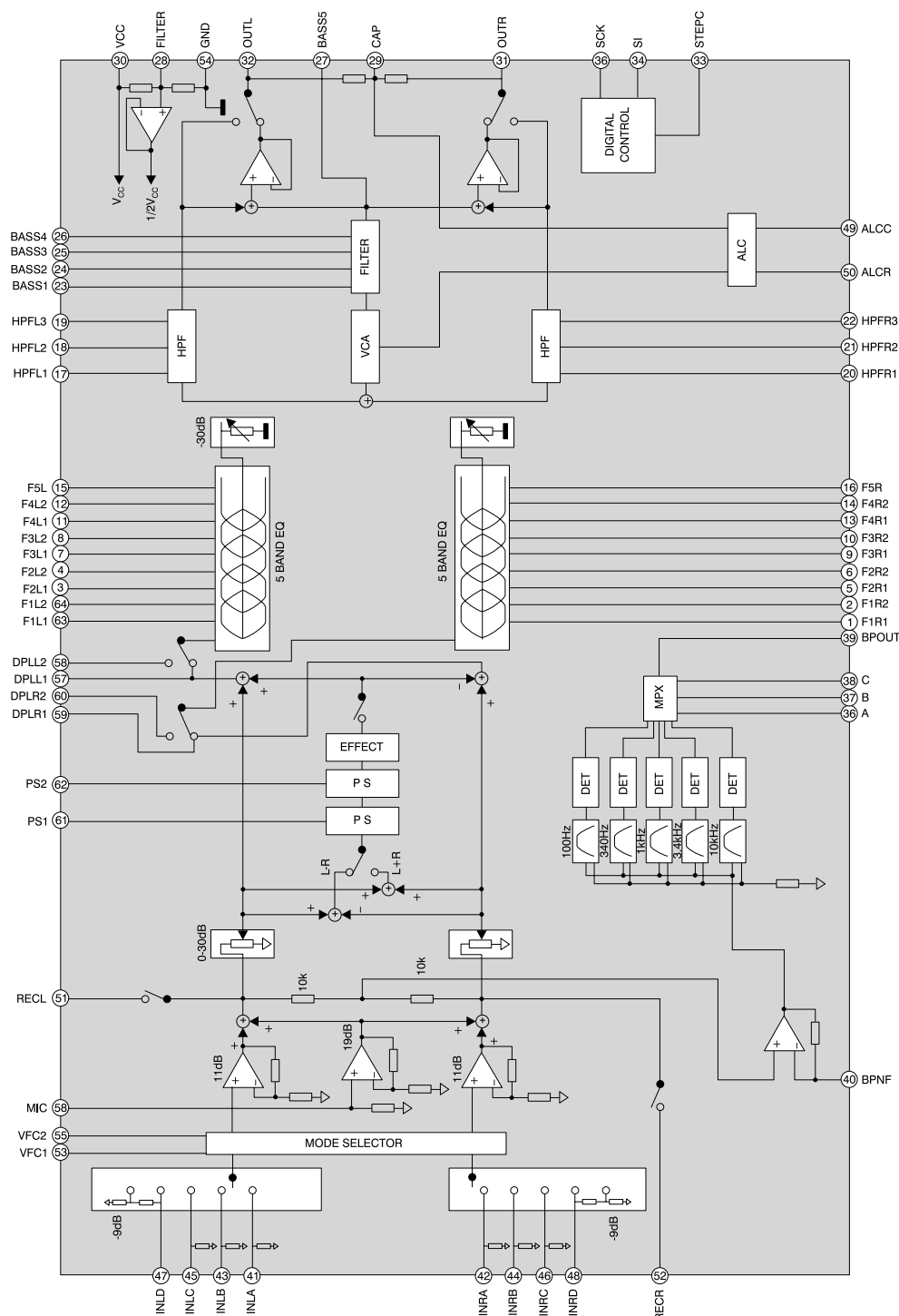
**Rekomendacje:** atrakcyjny dodatek do domowego sprzętu audio, podnoszący jego walory użytkowe i wizualne.



W czasopismach branży elektronicznej prezentowanych już było wiele publikacji o zarówno analogowych, jak i cyfrowych procesorach audio, które w większości przypadków były sterowane poprzez mikrokontroler z wykorzystaniem szyny I<sup>2</sup>C. W większości przypadków procesory te umożliwiały regulację jedynie balansu, głośności, tonów wysokich i niskich. Natomiast stosunkowo rzadko spotyka się konstrukcje, w których można realizować takie funkcje jak karaoke czy surround. Przedstawiony w niniejszym artykule procesor jest prawdziwym kombajnem audio, ale różni się od dotychczas spotykanych rozwiązań. Nie umożliwia wprawdzie regulacji tonów wysokich i niskich, jak to jest w standardowych procesorach audio, ma za to szereg innych wartościowych funkcji. Zaletą tego procesora jest zaimplementowanie całego toru

obróbki sygnału audio w jednym układzie scalonym. Możliwe jest przy tym dołączenie w tor audio także innych procesorów audio będących swego rodzaju przystawkami. Wybrane parametry procesora przedstawiono w **tab. 1**.

Jak można się przekonać, prezentowany procesor audio ma bardzo wiele funkcji, które zostały zaimplementowane dosłownie w jednym układzie scalonym, którym steruje mikrokontroler. Prócz kilku efektów można wybrać tryb karaoke, przy którym zazwyczaj dołączony jest także mikrofon. Nie ma z tym żadnego problemu, gdyż procesor posiada także wejście mikrofonowe, których można użyć właśnie do tego celu, umilając sobie śpiewanie. Dodatkową korekcję sygnału audio niewątpliwie umożliwi 5-pasmowy equalizer mający możliwość zapamiętania w pamięci mikrokontrolera do pięciu ustawień. Działanie pro-



Rys. 1. Schemat blokowy procesora audio BH3874AKS2

cesora nie tylko umili, ale także upraktyczni 5-pasmowy analizator widma. Dużą zaletą tego procesora jest możliwość dołączenia w tor audio poprzez we/wy DPL dodatkowych przystawek obrabiających sygnał audio. Może to być układ regulacji tonów, układ realizujący echo itp. W procesorze audio wykorzystane zostały wyświetlacze matrycowe LED, dzięki czemu nie tylko zyskano na widoczności,

ale także na możliwości pokazania dowolnych znaków. Dało to możliwość wyświetlenia parametrów w postaci znaków, realizację equalizera z wykorzystaniem wirtualnych suwaków i analizatora widma w postaci popularnych słupków. Procesor audio może znaleźć swoje miejsce w sprzęcie starszego typu, dodając mu nowoczesności, a także może pracować samodzielnie, dając nie tylko

możliwość znacznego wpływu na dźwięk, lecz również możliwość rozrywki, na co pozwala tryb karaoke.

### Opis działania układu

W układzie jako procesor dźwięku zastosowany został układ BH3874AKS2 firmy ROHM. Jest to dość rozbudowany wewnętrznie układ, ale prosty w zastosowaniu. Układ ten charakteryzuje się niewielkimi zniekształceniami nieliniowymi, maksymalnym sygnałem wejściowym typowo 0,7 Vrms i wyjściowym 2,5 Vrms. Na rys. 1 przedstawiony został schemat blokowy procesora audio BH3874AKS2. Jak widać, procesor charakteryzuje się 4 wejściami, z których sygnały są wzmacniane 11 dB, przy czym wejścia INLD i INRD mogą mieć włączane dodatkowe tłumienie -9 dB, gdyby wejściowy sygnał miał zbyt dużą amplitudę. Wejście mikrofonowe ma wzmacnienie 19 dB. Sygnał jest w tym przypadku dodawany do kanału lewego oraz prawego. Sygnał audio przed podaniem na 5-pasmowe equalizery może być wyprowadzony na wy/we DPL, gdzie może przejść jeszcze przez inny układ kształtujący dźwięk. Oczywiście sygnał audio może zostać wewnętrznie dołączony bezpośrednio do wejść equalizerów. Ciekawym blokiem w procesorze audio jest blok analizatora widma. Składa się on ze wzmacniacza wstępnego, szeregu filtrów pasmowych, detektorów (prostowników) oraz multipleksera. Wzmacniacz wstępny umożliwia dopasowanie sumowanego sygnału wejściowego do potrzebnego poziomu. Sygnały z filtrów pasmowych są podawane na detektory, z których sygnał jest przełączany przez multipleksers na wyjście BOUT programowo lub poprzez wejścia A, B i C. Detektory dla prawidłowego działania analizatora widma powinny być okresowo zerowane, co możliwe jest programowo lub także poprzez wejścia A, B oraz C. Układ ten ma nietypowy interfejs

**Tab. 1. Wybrane parametry procesora audio**

Wejścia audio	4 stereofoniczne, wybierane (IN1-IN4). Jedno wejście ma możliwość włączenia dodatkowego tłumienia.
Stereofoniczne wyjście	1
Wejście mikrofonowe	MIC
Wyjście nagrywania	REC
Efekty	DYNAMIC BASS/BIAMP, SURROUND EFFECT/SIMULATE STEREO
Możliwość regulacji głośności oraz poziomu efektów	
Tryby pracy	stereo, L+R (mono), L (tylko kanał lewy), R (tylko kanał prawy) oraz karaoke
Funkcja MUTE	
5-pasmowy cyfrowy equalizer z możliwością zapamiętania do 5 ustawień	pasma: 100 Hz, 300 Hz, 1 kHz, 3 kHz i 10 kHz
5-pasmowy analizator widma (0 dB przy sygnale wejściowym 100 mVrms)	pasma: 105 Hz, 340 Hz, 1 kHz, 3,4 kHz i 10,5 kHz
We/wy DPL do podłączania dodatkowych przystawek obrabiających dźwięk	
Zdalne sterowanie pilotem	zgodny z SONY
Czytelny i widoczny wyświetlacz oraz prosta obsługa przyciskami na płycie czołowej lub zdalnie	
Samoczynne włączenie analizatora widma przy braku aktywności przycisków lub odbierania sygnału podczterwieni przez kilkanaście sekund	
Pamiętanie wszystkich nastaw po wyłączeniu napięcia zasilania w pamięci EEPROM	

do współpracy z mikrokontrolerem, który składa się głównie z linii SCK i SI. Procesor ten akceptuje dokładnie 10 rozkazów umożliwiających ustawienie wszystkich bloków procesora audio. W **tab. 2** przedstawiony został wykaz możliwych rozkazów akceptowanych przez procesor audio. Widnieje w niej tylko 8 rozkazów, gdyż rozkazy 4 i 5 są rozkazami podwójnymi, których rola zależy od bitu „GR-EQ” ustalającego częstotliwość equalizera. Tak więc faktycznie dostępnych jest 10 rozkazów, czyli jak na taką funkcjonalność procesora niewiele. Dany rozkaz jest dekodowany, jak łatwo zauważyć, po trzech najmłodszych bitach. Sposób przesłania danych do procesora audio zostanie przedstawiony w dalszej części artykułu wraz z przebiegami oraz przykładową procedurą programową. Schemat ideowy układu procesora audio jest przedstawiony na **rys. 2**. Jak widać, procesor BH3874AKS2 potrzebuje sporo elementów do poprawnej pracy, co jest niewątpliwie spowodowane sporą liczbą jego bloków wewnętrznych. Mikrokontroler sterujący wykorzystuje jedynie 7 linii procesora audio, z czego 4 służą do obsługi analizatora widma. Li-

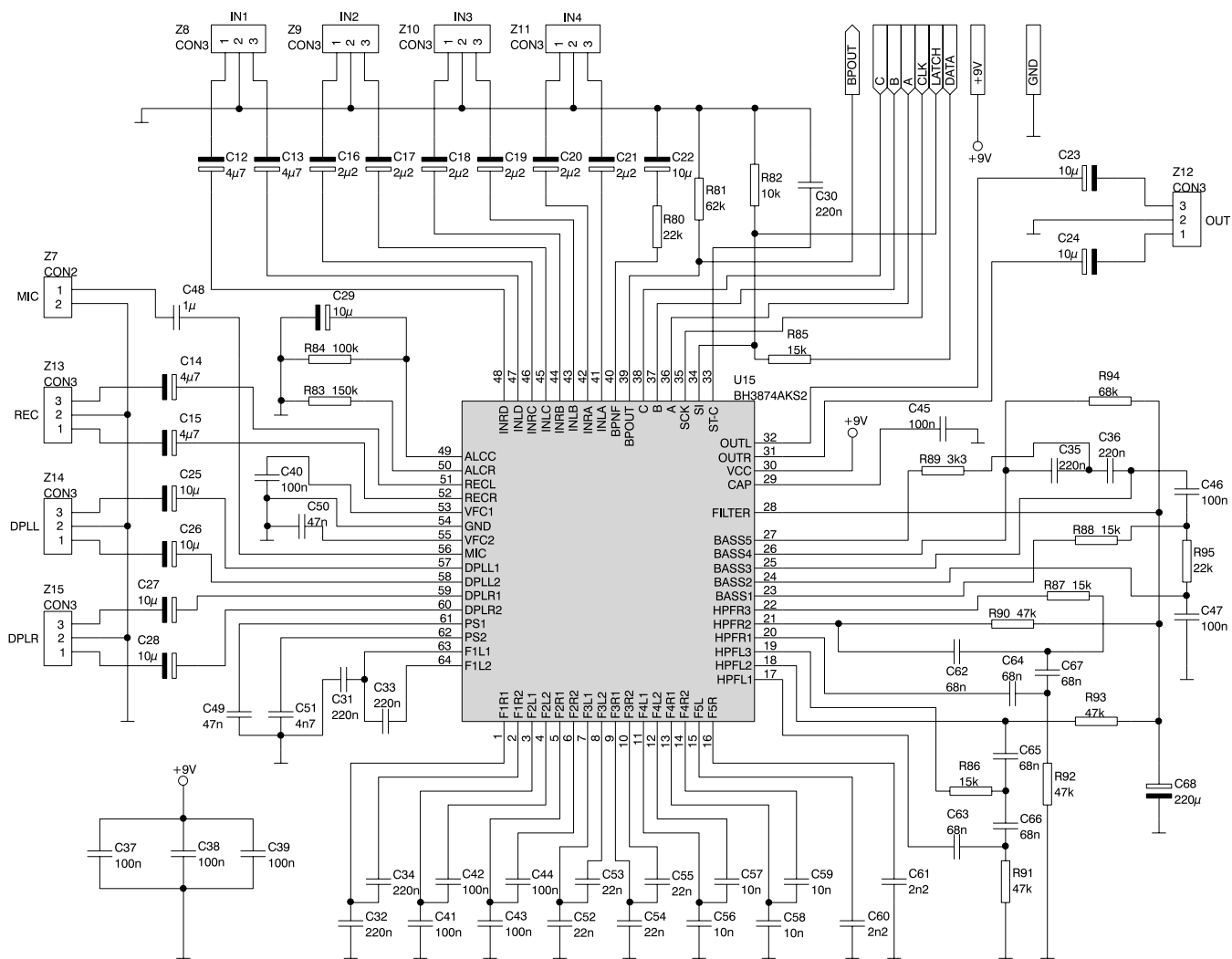
nia SI procesora audio ma dwie funkcje: podanie na nią napięcia 5 V jest równoważne sygnałowi LATCH, a napięcia około połowy 5 V sygnałowi DATA. Tak więc poprzez podwójną funkcję wejścia SI procesor audio zaoszczędza dodatkowo jedno wyprowadzenie, których i tak już sporo ma. Rezystory R82 oraz R85 tworzą dzielnik wytwarzający odpowiednie napięcie dla sygnału DATA. Jak

już wiemy, sygnał ten powinien mieć wartość mniejszą niż połowa napięcia 5 V. W dalszej części artykułu przedstawiony zostanie sposób komunikacji z procesorem audio za pośrednictwem linii CLK, LATCH i DATA. Sygnał BPOUT jest sygnałem wyjściowym analizatora widma z prostownika wybranego wewnętrznym multiplexerem. Wartość napięcia na tej linii jest mierzona przez wewnętrzny przetwornik A/C mikrokontrolera, po czym zmierzona wartość jest przetwarzana na odpowiednią wysokość słupka analizatora widma. Są dwa sposoby wybierania wejścia multiplexera: poprzez wysłanie odpowiedniego rozkazu (rozkaz 8 z **tab. 2**) lub przez wybór, wykorzystując wejścia A, B i C. W tym projekcie do wyboru wejścia multiplexera zastosowano drugą opcję, czyli wybór mierzonego sygnału z detektorów poprzez wejścia A, B i C. Aby było to możliwe, należy wysłać do procesora rozkaz 8 z **tab. 2**. Znaczenie wartości na wejściach A, B i C przedstawia **tab. 3**. Detektory w analizatorze widma przed wybraniem powinny zostać wyzerowane. Umożliwiają to stany 000, 011 i 101 na wejściach A, B i C. Jak widać, obsługa analizatora widma nie jest skomplikowana i będzie polegać jedynie na wyzerowaniu detektorów, wybraniu odpowiedniego pasma, pomiarze napięcia na jego wyjściu i wyświetleniu go odpo-

**Tab. 2. Wykaz rozkazów procesora audio BH3874AKS2**

Rozkaz	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	Volume					0	0	0
2	Mode selector		Mic	Rec Out	1	0	1	
3	Dynamic Bass/Biamp		Surround effect		0	1	1	
4	Graphic equalizer F1/F2			GR-EQ 0:f1, 1:f2	1	0	0	
5	Graphic equalizer F3/F4			GR-EQ 0:f3, 1:f4	0	1	0	
6	Graphic equalizer F5			DPL 0:OFF, 1:ON	1	1	0	
7	Input selector		Surround/ stereo	Dynamic Bass/Biamp	0	0	1	
8	Spectrum analyzer		x	x	1	1	1	

gdzie: x – wartość dowolna



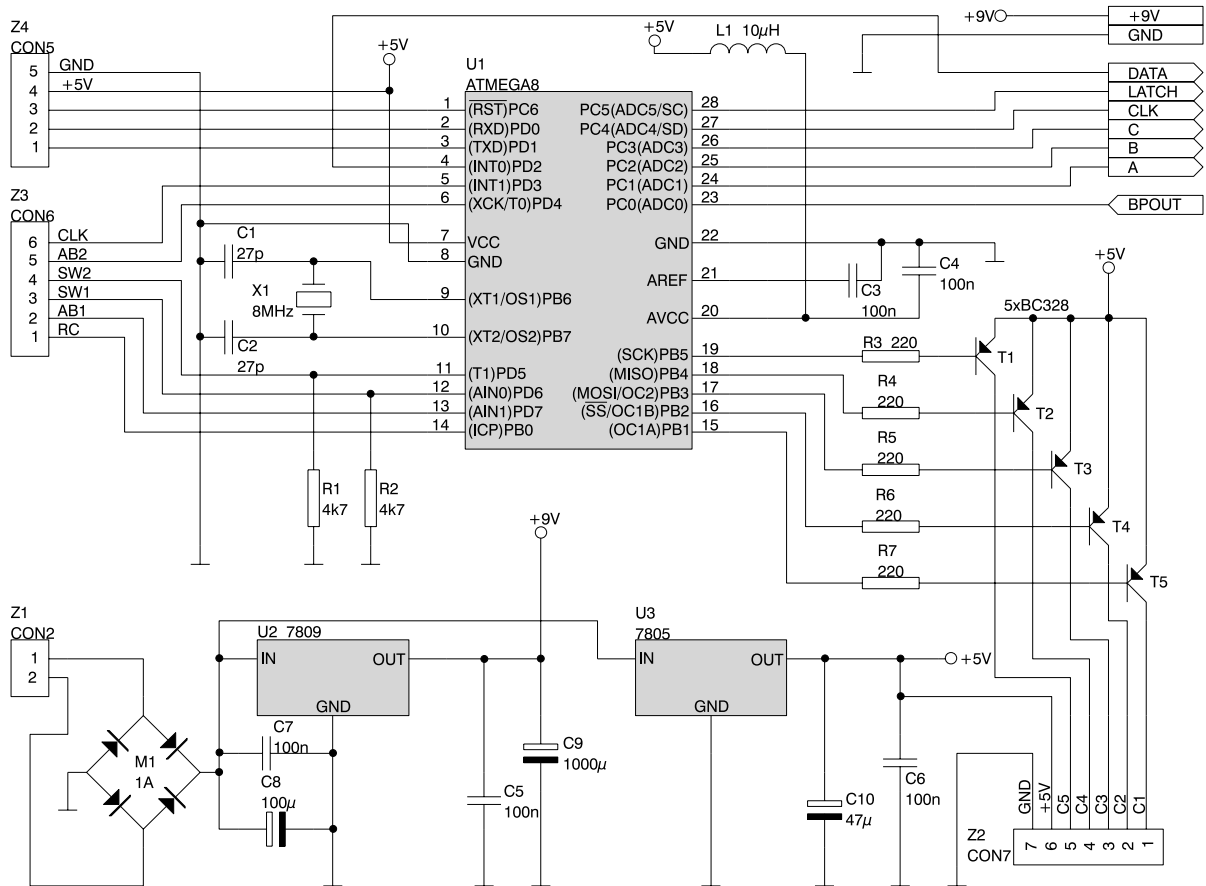
Rys. 2. Schemat ideowy układu procesora audio

wiednio na słupku. Rezystor R80 określa wzmocnienie wstępnego wzmacniacza analizatora widma. Na rys. 3 przedstawiony został schemat elektryczny sterownika procesora audio. Całością steruje mikrokontroler AVR ATMEGA8, który taktowany jest częstotliwością 8 MHz oraz ma sporo pamięci, bo aż 8 kB. Mikrokontroler ma na swoim pokładzie nieodzwony do realizacji analizatora widmowego przetwornik A/C, którego dokładność 10-bitowa jak do tego celu jest nad wyraz duża. Część analogowa mikrokontrolera (w tym przypadku przetwornik A/C) została zasilona i filtrowana poprzez elementy L1 i C4, natomiast C3 filtruje napięcie odniesienia, które zostało ustalone na 5 V. Całość urządzenia może być zasilana napięciem stałym lub zmiennym, które jest prostowane w mostu M1 oraz stabilizowane przez ukła-

dy U2 i U3. Napięciem 9 V zasilany jest procesor audio, natomiast napięcie 5V służy do zasilania części cyfrowej. Transzystory T1...T5 służą do załączania kolumn multiplexowanych wyświetlaczy matrycowych LED 5x7. Rezystory R1 oraz R2 ściągają wejścia PD5 i PD6 do masy. Dołączone zostały do nich także wiersze multiplexowanych przycisków. Do komunikacji z płytką wyświetlaczy (płytą czołową) służą sygnały na złączach Z2 oraz Z3. Sygnały na złączu Z4 mogą służyć do dowolnego wykorzystania po zmianie oprogramowania. Są dostępne na tym złączu linie PC6, PD0 i PD1 mikrokontrolera. Można np. zmienić oprogramowanie, by wysterowanie tych dodatkowych linii umożliwiło np. włączenie mikrofonu czy trybu karaoke, ale oczywiście zastosowań tych linii może być bardzo wiele, a podane zosta-

ły tylko przykłady. Na rys. 4 przedstawiony został schemat wyświetlacza, który ze względu na liczbę wyświetlaczy i sposób ich sterowania wygląda na dość rozbudowany. Nic bardziej mylnego. Jako wyświetlacze zastosowane zostały wyświetlacze matrycowe, które umożliwią pokazanie dowolnych znaków, będzie to zaletą przy realizacji wyświetlania tekstu, graficznego equalizera oraz analizatora widma. Do obsługi tylu

Tab. 3. Funkcje wejść A, B i C			
A	B	C	BPOUT
0	0	0	RESET
0	0	1	105 Hz
0	1	0	340 Hz
0	1	1	RESET
1	0	0	1 kHz
1	0	1	RESET
1	1	0	3,4 kHz
1	1	1	10,5 kHz



Rys. 3. Schemat elektryczny sterownika procesora audio

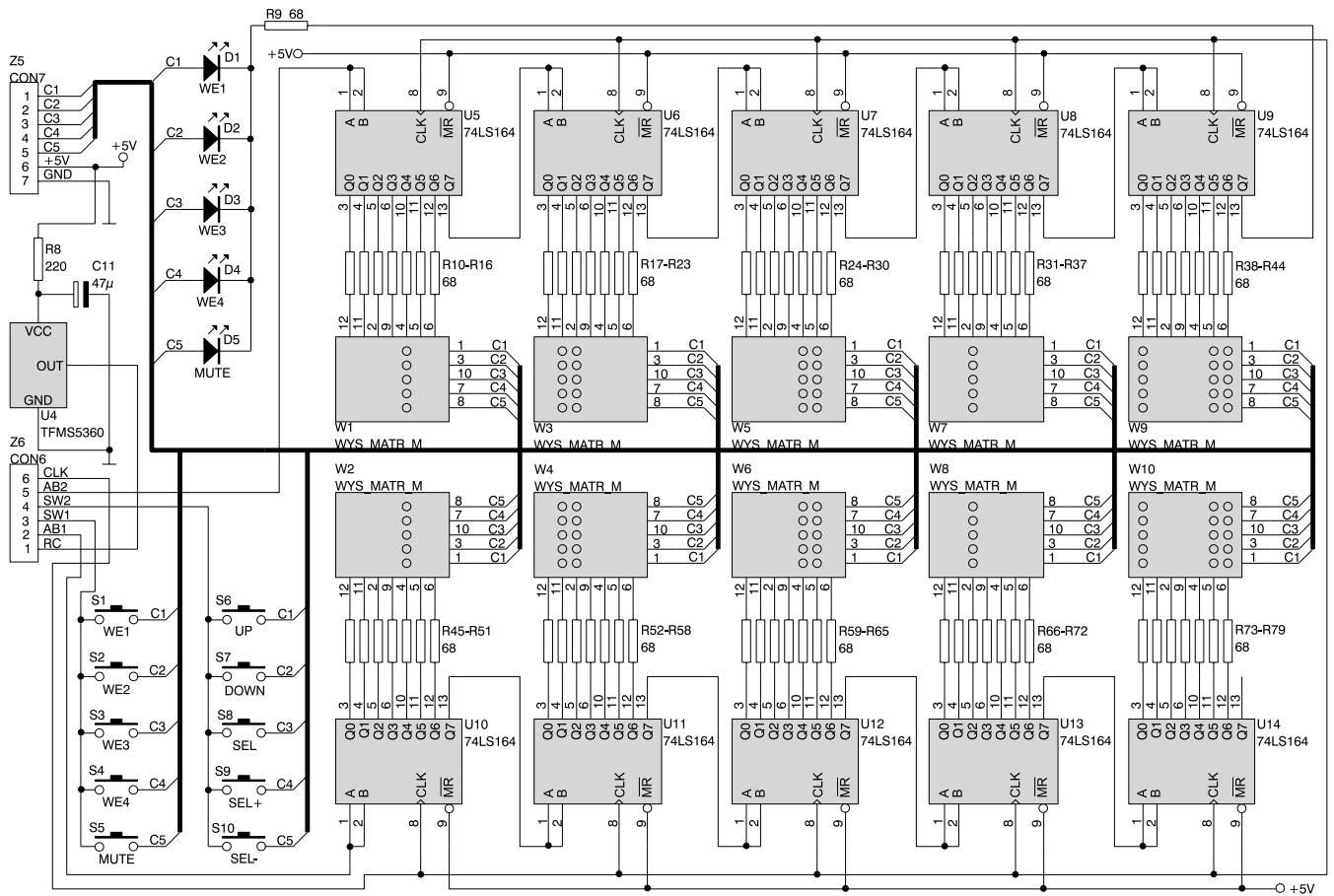
wyświetlaczy matrycowych potrzebna jest spora liczba linii sterujących. Aby zminimalizować potrzebną liczbę linii sterujących, zastosowane zostały szeregowe rejestry przesuwne 74LS164. Rejestry te umożliwiają szeregowe załadowanie bajta, który jest reprezentowany na wyjściach równoległych. Zastosowany został jeden rejestr na każdy wyświetlacz. Wyświetlacze połączono szeregowo. Pole odczytowe procesora audio składa się z dwóch rzędów po 5 wyświetlaczy. Aby ładowanie danych do wyświetlenia nie trwało zbyt długo, rejestry szeregowo zostały połączone w dwa łańcuchy. Jeden łańcuch szeregowo połączonych rejestrów steruje pierwszym wierszem wyświetlaczy, a drugi drugim. Dla przyspieszenia wczytywania danych do rejestrów dane są ładowane jednocześnie do dwóch tak utworzonych łańcuchów rejestrów. Tym samym czas ładowania danych skróci się prawie o połowę w porównaniu z pojedynczym łańcuchem. Do tego celu wykorzystana została do-

datkowa linia mikrokontrolera, co nie było problemem. Tak więc sygnał AB1 jest sygnałem danych dla jednego łańcucha rejestrów, a sygnał AB2 dla drugiego. Sygnał zegarowy CLK jest wspólny dla wszystkich rejestrów. Ostatnie wyjście rejestru U9 wykorzystano do sterowania diodami LED D1...D5, których anody są sterowane sygnałami C1...C5. Diody te sygnalizują aktywne wejście audio oraz włączoną funkcję MUTE. Wyświetlacze są multipleksowane w ten sposób, że w danej chwili zapalone są tylko jedne kolumny wszystkich wyświetlaczy, przy czym multipleksowanie odbywa się z taką szybkością że oko ludzkie widzi ich ciągłe świecenie.

Tak więc najpierw ładowane są dane do rejestrów dla pierwszych kolumn wyświetlaczy, potem są one zapalane. Po odczekaniu zadanego czasu są gaszone i ładowane są dane do rejestrów dla drugich kolumn wyświetlaczy i po chwili zapalane są drugie kolumny, itd. Także sygnały C1...C5 wykorzystano także do multipleksowania 10-przyciskowej klawiatury, do której odczytu potrzebne są jedynie dwie linie SW1 i SW2. Są one ściągane przez zewnętrzne rezystory do potencjału masy. Linie wejściowe mikrokontrolera nie powinny mieć więc załączonych rezystorów podciągających. W zależności od naciśniętego przycisku będzie podawany na linię SW1 lub SW2 stan

```

List. 1.
Sub Zap_pa(rej As Byte)
Reset Ddrc.5 'procedura zapisu wartości do procesora audio zawartej w „rej”
Reset Latch 'linia c.5 jako wejście (latch)
Reset Clk_a 'zeruj latch
Reset Clk_a 'zeruj clk_a
Shiftout Dat , Clk_a , rej , 1 , Null , 2 'wyślij do procesora audio wartość „rej”
Reset Dat 'zeruj dat
Set Ddrc.5 'linia c.5 jako wyjście (latch)
Set Latch 'ustaw latch
Waitus 2 'czekaj 2 us
Reset Latch 'zeruj latch
End Sub 'koniec procedury
    
```



Rys. 4. Schemat wyświetlacza

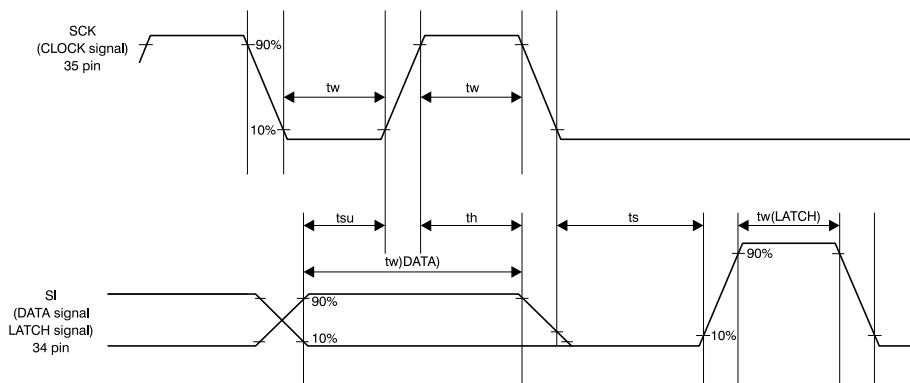
wysoki. Elementy R8 i C11 filtrują napięcie zasilające odbiornik podczerwieni U4, z którego sygnały odczytywane są przez linię ICP mikrokontrolera. Rezystory R9-R16 ograniczają prąd płynący przez diody oraz wyświetlacze. Oprogramowanie mikrokontrolera napisano w popularnym Bascomie AVR. Kod źródłowy programu został udostępniony, by były możliwe modyfikacje programu lub wykorzystanie zawartych tam procedur do innych celów. Jak pisa-

łem, procesor audio BH3874AKS2 ma nietypowy interfejs komunikacyjny, w którym linia SI spełnia podwójną rolę, a mianowicie: linii DATA i linii LATCH. Na rys. 5 przedstawione zostały przebiegi obrazujące sposób przesyłania danych do procesora audio. Dane przesyłane są w takt sygnału zegarowego. Po przesłaniu bajtu danych musi zaistnieć impuls zatraskujący LATCH. Przesyłanie danych do procesora audio nie jest jak widać skomplikowane. Na

list. 1 przedstawiony został przykład procedury zapisującej bajt danych do procesora audio, która pochodzi z napisanego oprogramowania. Na początku tej procedury linia LATCH skonfigurowana zostaje jako wejściowa, by nie miała wpływu na linię SI procesora audio. Dalej po wyzerowaniu linii LATCH oraz „clk\_a”, który odpowiada linii SCK procesora audio, następuje wysłanie do niego bajtu danych. Dalej linia „dat”, która jest odpowiednikiem linii DATA, jest zerowana. Następnie linia LATCH ustawiana jest jako wyjście, by było możliwe wytworzenie impulsu zatraskującego dane. Ostatnie instrukcje tej procedury wytwarzają impuls zatraskujący „latch”. Jak można się przekonać, przesłanie danych do procesora audio jest także bardzo proste.

**Marcin Wiązania, AVT**  
**Marcin.wiazania@ep.com.pl**

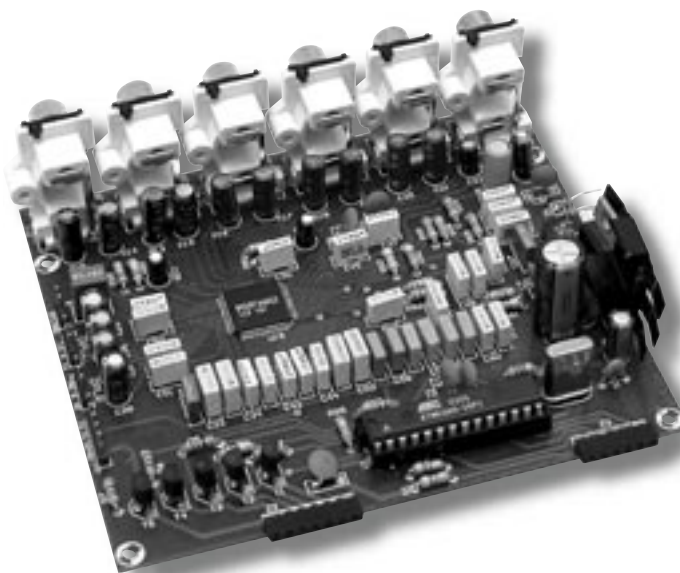
Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: [pcb.ep.com.pl](http://pcb.ep.com.pl) oraz na płycie CD-EP6/2004B w katalogu PCB.



Rys. 5. Przebiegi obrazujące sposób przesyłania danych do procesora audio

# Procesor audio z equalizerem i analizatorem widma, część 2

## AVT-580



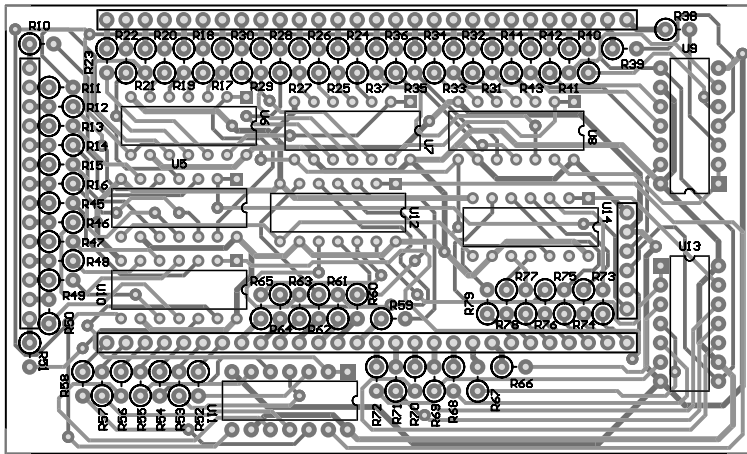
*Procesorem audio można nazwać każdy układ/urządzenie służące do obróbki sygnału audio. Istniejące konstrukcje realizują to albo na drodze analogowej, albo na drodze cyfrowej. Zastosowanie procesora audio niewątpliwie podnosi walory użytkowe sprzętu akustycznego bez względu na zastosowane rozwiązanie.*

**Rekomendacje:** atrakcyjny dodatek do domowego sprzętu audio, podnoszący jego walory użytkowe i wizualne.

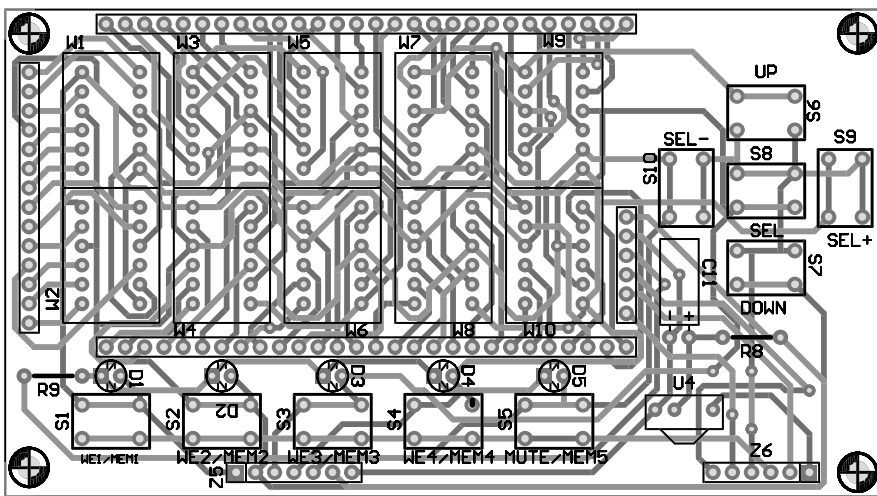
### Montaż i uruchomienie

Cały układ procesora audio składa się z trzech płytek. Na **rys. 6, 7 i 8** zostały przedstawione schematy montażowe. Montaż procesora audio najlepiej będzie rozpocząć od głównej płytki procesora audio. W pierwszej kolejności należy przylutować układ procesora audio, który jest w obudowie SMD. Jest on produkowany w obudowie SQFP-T64, która ma stosunkowo niewielki odstęp pomiędzy wyprowadzeniami. By prawidłowo wlutować procesor audio, proponuję sprawdzony pomysł polegający na wcześniejszym delikatnym ocynowaniu punktów lutowniczych płytki, do których będzie lutowany układ. Następnie należy przykleić procesor audio, zwracając baczna uwagę na jego prawidłowe zorientowanie na płytce oraz dopasowanie nóżek do punktów lutowniczych. Do przyklejenia U1 można wykorzystać kleje, których czas schnięcia jest dłuższy niż wszelkiego rodzaju Kropelek. Dłuższy czas schnięcia klejów umożliwi jeszcze manewr lutowanym układem. Po wyschnięciu kleju można przystąpić do lutowania. Oczysz-

czonym z cyny grotem lutownicy należy przygnieść kolejno końcówki układu do punktów lutowniczych. W przypadku powstania zwarcia można posłużyć się taśmą rozlutowującą. Podczas lutowania procesora audio pomocna może być pasta lutownicza, ale jej dużą wadą jest niewątpliwie wysoka cena. Po wlutowaniu tylko jednego układu SMD, pozostałe elementy płytki należy wlutować standardowo, czyli od elementów najmniejszych, kończąc na wszelkiego rodzaju złączach. Gniazda goldpin Z2 i Z3 należy zamontować w pozycji leżącej, by było możliwe przymocowanie do nich płytki z wyświetlaczami. W skład płyty czołowej wchodzi dwie płytki, które są składane w kanapkę. Ze względu na sporą ilość elementów wchodzących w skład wyświetlacza umieszczenie wszystkiego na jednej płytce byłoby możliwe, ale spowodowałoby to zwiększenie rozmiarów płyty czołowej, a co za tym idzie popsułoby to jej wygląd. Na jednej z płytek czołowych montowane są jedynie rejestry, rezystory ograniczające prąd wyświetlaczy oraz gniazda goldpin, które umożli-



Rys. 6. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej sterownika wyświetlaczy



Rys. 7. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej wyświetlaczy

liwią przymocowanie tej płytki do płytki głównej wyświetlacza. Na płytce głównej wyświetlacza należy zamontować wyświetlacze matrycowe, najlepiej poprzez podstawki, przyciski, diody LED, a także odbiornik podczerwieni w pozycji leżącej. Także kondensator C11 należy zamontować w pozycji leżącej. Wszystkie złącza goldpin na tej płytce należy zamontować obowiązkowo od strony druku. Po zakończeniu montażu płytki należy sprawdzić, czy nie powstały jakieś zwarcia, które mogą być później trudne do odszukania. Ponieważ płytki są dwustronne, należy dokładnie sprawdzić polaryzację wlotowywanych elementów, gdyż później może być problem z ich wylutowaniem bez uszkodzenia przelotek. Oczywiście najwięcej umiejętności będzie wymagać wlotowanie samego procesora audio. Po zmontowaniu całości, płytkę z rejestrkami należy przymocować

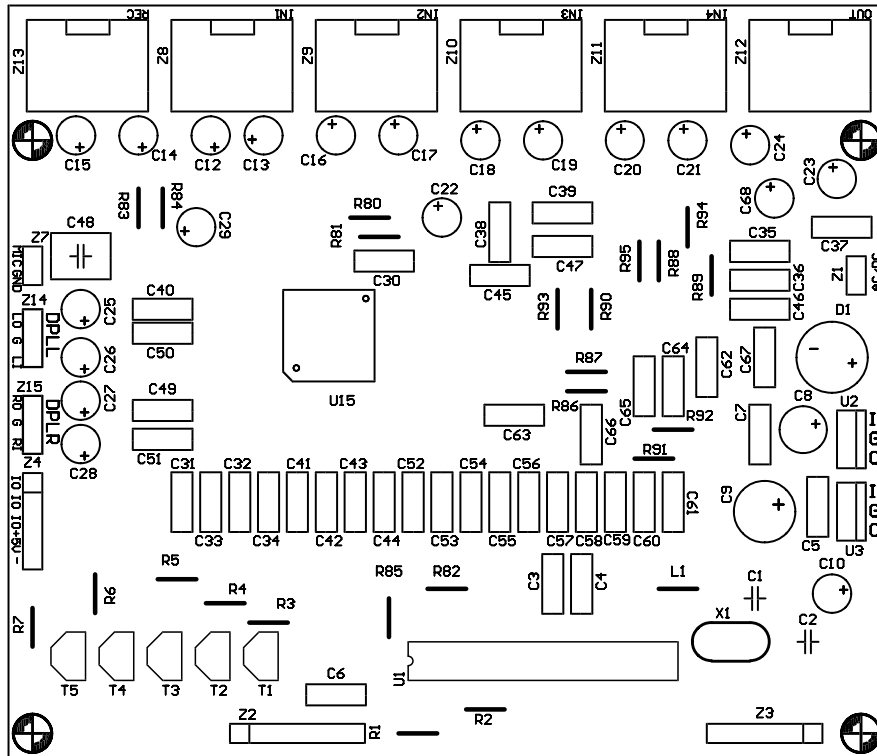
do tylnej strony płytki czołowej wyświetlacza, która także powinna pasować w złącza na płytce sterownika. Układ procesora audio nie wymaga żadnego uruchamiania i od razu powinien pracować poprawnie. Do zasilania można użyć dowolnego zasilacza AC lub DC o napięciu wyjściowym z zakresu 12...15 V. Ze względu na dużą liczbę wyświetlaczy matrycowych trzeba się liczyć ze sporym poborem prądu przez układ, bliskim 1 A. Dlatego zastosowany zasilacz powinien posiadać wydajność prądową minimum 1 A. Na stabilizatorze 5 V obowiązkowo trzeba przymocować radiator, gdyż z niego pobierany jest największy prąd. Stabilizator 9 V nie musi być wyposażony w radiator, gdyż tylko zasila układ procesora audio. Na płytce sterownika procesora audio wyprowadzone zostało złącze Z7 (MIC), które jest wejściem mikrofonowym. Można do niego podłączyć mikrofon poprzedzony

odpowiednim przedwzmacniaczem. Złącza Z14 oraz Z15 są wejściami/wyjściami DPL służącymi do dołączenia do toru audio dodatkowych przystawek obrabiających dźwięk. Na złącze Z4 zostały wyprowadzone trzy linie I/O mikrokontrolera oraz linie zasilania (masa i 5 V). Jak pisałem, mogą one po odpowiednim oprogramowaniu służyć do realizacji innych funkcji, zależnych od pomysłu. Wszystkie ustawienia procesora audio powinny być automatycznie zapamiętywane po wyłączeniu napięcia zasilającego. Poziom słupków analizatora widma w zależności od sygnału wejściowego można zmienić, zmieniając wartość rezystora R80. Przy wartości takiej jak na schemacie, 0 dB odpowiada wartości sygnału 100 mVrms. Wyświetlane na wyświetlaczu parametry regulacyjne są w postaci tekstowej. W programie zaimplementowane zostały do tego celu odpowiednie tablice znaków. W przypadku equalizera na wyświetlaczach prezentowanych jest 5 wirtualnych suwaków, którymi można poruszać cyfrowo (za pośrednictwem przycisków). Natomiast działanie analizatora widma prezentowane jest w postaci popularnych słupków. Możliwe, że w przyszłości zostanie opracowany samodzielny analizator widma, działający na podobnej zasadzie jak analizator w tym procesorze audio, lecz z funkcją „peak hold” i wieloma trybami pracy wyświetlanych słupków.

### Obsługa procesora audio

Obsługa procesora audio nie jest skomplikowana. Przyczynia się do tego niewątpliwie proste i czytelne menu. Procesor audio jest obsługiwany za pośrednictwem dziesięciu przycisków. Przycisk SEL służy do wyboru trybu pracy procesora audio. Do wyboru jest menu z parametrami, cyfrowy equalizer oraz analizator widma. W przypadku menu z parametrami przyciski UP oraz DOWN służą odpowiednio do zwiększania i zmniejszania regulowanej wartości, natomiast przyciski SEL+ oraz SEL- umożliwiają zmianę regulowanego parametru odpowiednio w przód menu i w tył. W menu znajdują się następujące parametry regulacyjne procesora audio:





Rys. 8. Rozmieszczenie elementów na głównej płytce drukowanej

- „VOL” – regulacja głośności w zakresie od wyciszenia do 0 dB
  - „Mode” – możliwy wybór trybu stereo, karaoke, tylko kanał L, tylko kanał P oraz mono
  - „Mic” – możliwe włączenie lub wyłączenie wejścia mikrofonowego
  - „Rec” – możliwe włączenie lub wyłączenie wyjścia nagrywania (REC)
  - „Su-Si” – możliwy wybór efektu Surround lub Simulated Stereo
  - „Su-Si” – parametr o tej samej nazwie jak poprzedni, lecz umożliwia wybór poziomu wybranego wcześniej efektu w zakresie od 0 dB do 9 dB z krokiem 3 dB
  - „DB-Bi” – możliwy wybór efektu Dynamic Bass lub Biamp
  - „DB-Bi” – parametr o tej samej nazwie jak poprzedni, ale umożliwia wybór poziomu wybranego wcześniej efektu w zakresie od 0 dB do 18 dB z krokiem 3 dB
  - „DPL” – umożliwia włączenie lub wyłączenie we/wy DPL służących do dołączenia innych przystawek obrabiających sygnał audio
- Inne działanie przycisków UP, DOWN, SEL+ i SEL- jest w przypadku equalizera mającego możli-

wość zapamiętania do pięciu ustawień. W trybie equalizera przyciski UP oraz DOWN służą odpowiednio do zwiększania lub zmniejszania wybranego suwaka z pięciu dostępnych. Wirtualnymi suwakami możliwa jest regulacja w zakresie od -12 dB do +12 dB. Przyciski SEL+ i SEL- w tym trybie służą do wyboru regulowanego suwaka odpowiednio w prawo lub w lewo. Wybrany suwak jest sygnalizowany jego miganiem. Jak pisałem, jest możliwe zapamiętanie do pięciu możliwych ustawień suwaków equalizera. Wybór z pamięci ustawień equalizera można dokonać odpowiednio przyciskami MEM1 do MEM5. Jeżeli chcemy ustawić parametry equalizera w pamięci 1, należy nacisnąć przycisk MEM1 i dokonać ustawień. Ustawienia suwaków są automatycznie zapisywane w pamięci nieulotnej oraz przesyłane do procesora audio. Także w nieulotnej pamięci jest zapisywany numer pamięci, z której mają być pobierane po włączeniu zasilania aktualne ustawienia equalizera. Jeśli chcemy zapisać dane w innych pamięciach, należy wybrać przyciskami MEM1 do MEM5 numer pamięci i dokonać ustawień. Po naciśnięciu danego przycisku MEM w trybie pracy procesora jako equalizer, od razu zostaną przywołane zapisane

**WYKAZ ELEMENTÓW**  
*Płytki sterownika*

**Rezystory**

- R1, R2: 4,7kΩ
- R3...R7: 220Ω
- R80, R95: 22kΩ
- R81: 62kΩ
- R82: 10kΩ
- R83: 150kΩ
- R84: 100kΩ
- R85...R88: 15kΩ
- R89: 3,3kΩ
- R90...R93: 47kΩ
- R94: 68kΩ

**Kondensatory**

- C1, C2: 27pF
- C3...C7, C37...C47: 100nF
- C8: 100μF/16V
- C9: 1000μF/16V
- C10: 47μF/16V
- C12...C15: 4,7μF/16V
- C16...C21: 2,2μF/16V
- C22...C29: 10μF/16V
- C30...C36: 220nF
- C48: 1μF stały
- C49, C50: 47nF
- C51: 4,7nF
- C52...C55: 22nF
- C56...C59: 10nF
- C60, C61: 2,2nF
- C62...C67: 68nF
- C68: 220μF/16V

**Półprzewodniki**

- U1: ATMEGA8
- U2: 7809
- U3: 7805
- U15: BH3874AKS2
- T1...T5: BC328
- X1: kwarc 8MHz
- M1: mostek okrągły 1,5A

**Różne**

- L1: 10μH dławik osiowy
  - Z2: gniazdo goldpin 1x7
  - Z3: gniazdo goldpin 1x6
  - Z4: złącze goldpin 1x5
  - Z7: złącze goldpin 1x2
  - Z8...Z13: podwójne gniazda chinch lutowane do płytki
  - Z14, Z15: złącze goldpin 1x3
- Radiator: radiator nakładany na obudowę TO-220

**Płytki wyświetlacza**

**Rezystory**

- R8: 220Ω
- R9...R79: 68Ω

**Kondensatory**

- C11: 47μF/16V

**Półprzewodniki**

- U4: TFMS5360
- U5...U14: 74LS164
- D1...D5: LED 3mm GREEN
- W1...W10: wyświetlacz matrycowy TA07-11EWA (RED)

**Różne**

- S1...S10: mikrostryki o jak najdłuższym przycisku
- Z5: złącze goldpin 1x7
- Z6, Z16: złącze goldpin 1x6
- Z17, Z18: złącze goldpin 1x28
- Z19: złącze goldpin 1x14
- Z20: gniazdo goldpin 1x6
- Z21, Z22: gniazdo goldpin 1x28
- Z23: gniazdo goldpin 1x14

ustawienia i przesłane do procesora audio. Wybrana pamięć jest sygnalizowana świeceniem diody LED przy odpowiednim przycisku MEM. W przypadku pracy procesora jako analizatora widma lub w trybie menu parametrów przyciski MEM1 do MEM4 umożliwiają wybór wejścia, z którego ma pochodzić sygnał audio. Przycisk MEM5 natomiast włącza funkcję MUTE, którą można wyłączyć, wybierając źródło sygnału przyciskami MEM1 do MEM4. Także w tym przypadku aktywne wejście 1 z 4 oraz funkcja „MUTE” są sygnalizowane świeceniem odpowiedniej diody LED przy przycisku. Wejście IN1, które jest załączane przyciskiem MEM1, może mieć włączone dodatkowe tłumienie – 9 dB, co może być pomocne przy stosowaniu źródła sygnału o sporej amplitudzie. Aby włączyć lub wyłączyć to dodatkowe tłumienie dla wejścia IN1, należy dłużej przytrzymać przycisk MEM1. Włączenie lub wyłączenie tego dodatkowego tłumienia będzie sygnalizowane krótkim mignięciem zawartej przy nim diody LED D1. W trybie pracy procesora

audio jako analizatora widma nieaktywne są przyciski SEL- oraz SEL+, natomiast przyciski UP oraz DOWN pozwalają na regulację głośności. Pozostałe przyciski mają takie same funkcje, jak w trybie ustawiania parametrów procesora audio. Procesor audio może być także obsługiwany pilotem zdalnego sterowania z kodowaniem zgodnym z SONY, gdyż takie procedury odbioru kodu zostały zaimplementowane w mikrokontrolerze sterującym. Funkcje przycisków pilota odpowiadają dokładnie funkcjom, jakie posiadają wszystkie przyciski na płycie czołowej urządzenia. W **tab. 4** przedstawione zostały wszystkie funkcje klawiszy pilota, które odpowiadają funkcjonalnie przyciskom na płycie czołowej procesora audio. Jeżeli będzie wymagana reakcja procesora na inne klawisze pilota, to konieczna będzie zmiana odpowiednich przypisań kodów pilota w programie sterującym mikrokontrolerem. Także takich samych zmian będzie wymagać zmiana rodzaju kodowania, na który ma reagować procesor audio. Procesor w spoczynku będzie naj-

**Tab. 4. Funkcje przycisków pilota**

Przycisk pilota	Funkcja
„1”	IN1/MEM1 (przytrzymanie przycisku w/wył dodatkowe tłumienie)
„2”	IN2/MEM2
„3”	IN3/MEM3
„4”	IN4/MEM4
„Wyciszenie” (MUTE)	MUTE/MEM5
„0”	SEL
„Vol +”	UP
„Vol -”	DOWN
„P +”	SEL+
„P -”	SEL-

częściej pracował w trybie analizatora widma, dlatego też przy braku naciśnięć jakichkolwiek przycisków przez kilkanaście sekund procesor automatycznie przechodzi to tego trybu pracy.

**Marcin Wiązania, AVT**  
**Marcin.wiazania@ep.com.pl**

*Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: [pcb.ep.com.pl](http://pcb.ep.com.pl) oraz na płycie CD-EP7/2004B w katalogu PCB.*