

Wzmacniacz semi-surround do komputera PC, część 1

AVT-516

PROJEKT
Z OKŁADKI



Wszyscy lubimy uszlachetniać nasze komputery, zwłaszcza że spędzamy przy nich bardzo dużo czasu. Powodzenie wcześniejszych wersji wzmacniaczy do PC zachęciło nas do opracowania unowocześnionej, znacznie bardziej efektownej wersji takiego urządzenia, o możliwościach adekwatnych do współczesnych wymagań użytkowników.

Rekomendacje: projekt polecamy wszystkim użytkownikom PC, a zwłaszcza tym, którzy dbają o jego multimedialne walory użytkowe.

Prezentowany wzmacniacz może być także doskonałym elementem nowoczesnej stylizacji komputera - z użyciem lamp fluorescencyjnych i podświetlanych wentylatorów.

Komputery od początku swojego istnienia, oprócz poważnych zastosowań w instytutach badawczych lub w armii, służyły również do zabawy. Prawdopodobnie znużeni lub znużeni programiści dla odprężenia zaczęli tworzyć początkowo prymitywne, a z czasem coraz doskonalsze gry. Pewnie do dzisiaj bawiłyby wąskie grono informatycznych guru, gdyby nie zawrotny postęp mikroelektroniki i powstanie w latach 70. ubiegłego stulecia tak zwanych komputerów domowych. Entuzjaści tych wspaniałych maszyn, w wolnych chwilach od programowania w Basicu, również zabawiali się grami wyrobu własnego lub powstających już wtedy małych firm parających się rozrywką komputerową. Kto dzisiaj pamięta te wszystkie „trójwymiarowe” i „wielokolorowe” wspaniałości ładowane z magnetofonu MK232 do komputera Spectrum 48k (extended!). Rosnące zapotrzebowanie na tego typu wyroby spowodowało, że sprawą zajęli się specjaliści od wielkich pieniędzy,

marketingu, reklamy i z zabawek komputerowych zapaleńców powstał potężny rynek domowej informatycznej rozrywki.

Dzisiaj nie ulega wątpliwości, że komputer PC stał się domowym centrum rozrywki. Oprócz coraz doskonalszych gier, możliwe jest oglądanie telewizji, odtwarzanie filmów w doskonałej jakości zapewnianej przez DVD, odtwarzanie plików audio MP3, odtwarzanie klasycznych płyt CD. Są to tylko niektóre bardziej znane możliwości multimedialne komputera. Podłączenie do Internetu znacznie poszerzyło jego „rozrywkowe” możliwości.

Żeby cyfrowe urządzenie mogło nas bawić w naszym analogowym świecie, musi być wyposażone w analogowe peryferia. Od-

Cechy i funkcje wzmacniacza:

- ◆ 4-kanalowy wzmacniacz mocy,
- ◆ moc wyjściowa 12 W/2 Ω /THD=10%,
- ◆ regulacja wzmocnienia, balansu i barwy tonu (basy i tony wysokie),
- ◆ wbudowany przetwornik C/A dla DC/DVD (interfejs SPDIF),
- ◆ kontrola temperatury wewnątrz komputera.

tworzenie obrazu dobrej jakości nie jest problemem, bo każdy komputer jest teraz wyposażony w monitory o dużej rozdzielczości i sporej częstotliwości odświeżania. Sygnał wizyjny wytwarzany przez niektóre karty graficzne można też podłączyć do dowolnego telewizora. Z dźwiękiem nie jest już tak dobrze. Co prawda standardowe karty dźwiękowe są już od dawna montowane seryjnie do PC-tów, ale często dźwięk jest odtwarzany przez parę tanich głośniczków. Cały czar wyrafinowanego cyfrowego dźwięku przyska. Oczywiście można się podłączyć do domowego zestawu hi-fi, ale nie zawsze jest to możliwe, a najczęściej jest bardzo kłopotliwe. Najlepszym, najbardziej funkcjonalnym rozwiązaniem byłoby wyposażenie komputera we własny, stosunkowo dobrej jakości wzmacniacz mocy.

Prezentowana tutaj konstrukcja wzmacniacza jest tak pomyślana, by można ją było umieścić w obudowie PC-ta w miejscu przeznaczonym na dodatkowy twardy dysk lub napęd CD i jest w pewnym sensie następcą kitu AVT-491. Ma czterokanałowy wzmacniacz, a więc umożliwia odtwarzanie dźwięku przestrzennego. Poza tym, wzmacniacz został wyposażony w cyfrowe wejście pozwalające na odtwarzanie płyt CD z lepszą jakością, niż to mogą zapewnić tory audio większości popularnych napędów CD. Sterowanie wszystkimi funkcjami odbywa się za pomocą impulsatora, a komunikaty są wyświetlane na bardzo czytelnym wyświetlaczu VFD. Zamiast tego wyświetlacza można zamiennie stosować „zwykły” wyświetlacz LCD o organizacji 1x16 znaków.

Opis układu

Schemat wzmacniacza pokazano na **rys. 1**. W torze audio zastosowano stereofoniczny procesor audio BH3857 firmy Rohm (układy U1 i U2). Schemat blokowy tego układu pokazano na **rys. 2**. Można go wykorzystać do regulacji wzmocnienia, tonów niskich (*bass*) i tonów wysokich (*treble*), ma także wbudowane dwa niezależne układy poszerzania bazy stereofonicznej (*surround*). Istnieje też możliwość sterowania czterema dwustanowymi wyjścia-

mi typu *open collector*. Wyjścia te mogą na przykład sterować przełącznikiem wejść lub układami sygnalizacji stanu pracy wzmacniacza.

Analogowe sygnały audio są podłączane przez złącza typu *cinch* na cztery wejścia oznaczone IN1...IN4. Pierwsza para sygnałów ze złącz IN1 i IN2 jest podawana przez kondensatory C15, C16 na wejścia In1 i In2 procesora audio U1. Na te same wejścia U1 mogą przychodzić sygnały z wyjścia przetwornika C/A (układ U4). Wybór źródła sygnału jest dokonywany przez styki przełącznika PRZ1. Druga para sygnałów ze złącz IN3, IN4 jest podawana przez kondensatory C40 i C41 na wejścia In1 i In2 drugiego procesora audio - układu U2. Sygnały z wejść In1 i In2 są podawane na wejściowe wzmacniacze. Wzmocnienie takiego wzmacniacza można regulować przez dobór rezystancji: dla wejścia In1 rezystor R5, a dla wejścia In2 rezystor R4 (procesor U1). Dla procesora U2 są to rezystory: R10 (wejście In1) i R9 (wejście In2). Wzmocnienie można obliczyć z zależności: $G = (R + 20k) / R$. Można w ten sposób dobrać wzmocnienie całego toru do poziomu sygnału wejściowego. Trzeba przy tym pamiętać, że zbyt duże wzmocnienie spowoduje przesterowanie wejść układów surround lub regulatorów barwy dźwięku i powstanie zniekształceń. W modelowym wzmacniaczu rezystory R4, R5, R9, R10 mają wartość 47 kΩ.

W pierwszym procesorze U1 kondensatory C1 i C2 (tor1) oraz C6 i C7 (tor2) są elementami zewnętrznymi aktywnego filtra regulacji tonów niskich (basów). Kondensatory C3 (tor1) i C8 (tor2) są podłączone do układu regulacji tonów wysokich.

W układzie surround1 pracują elementy: C4, C9, C10, C11, C5, R1 i R2. Sygnał wyjściowy z toru 1 podawany jest na wejście wzmacniacza mocy przez kondensator C17, a z toru 2 przez kondensator C18. Niewykorzystywane wejścia regulacji wzmocnienia, tonów niskich i tonów wysokich są zablokowane kondensatorami: C20...C22. Konfiguracja włączenia drugiego procesora U2 jest dokładną kopią aplikacji układu U1.

Układ BH3857 jest zasilany napięciem +8 V w stosunku do masy analogowej A_GND. Dla wszystkich analogowych sygnałów audio odniesieniem jest również masa analogowa A_GND. Cyfrowy interfejs sterujący ma swoją odrębną masę cyfrową D_GND. Obie te masy nie są w układzie ze sobą połączone. Takie rozwiązanie jest stosowane, żeby zakłócenia z toru cyfrowego nie przedostawały się do toru analogowego poprzez wspólną masę.

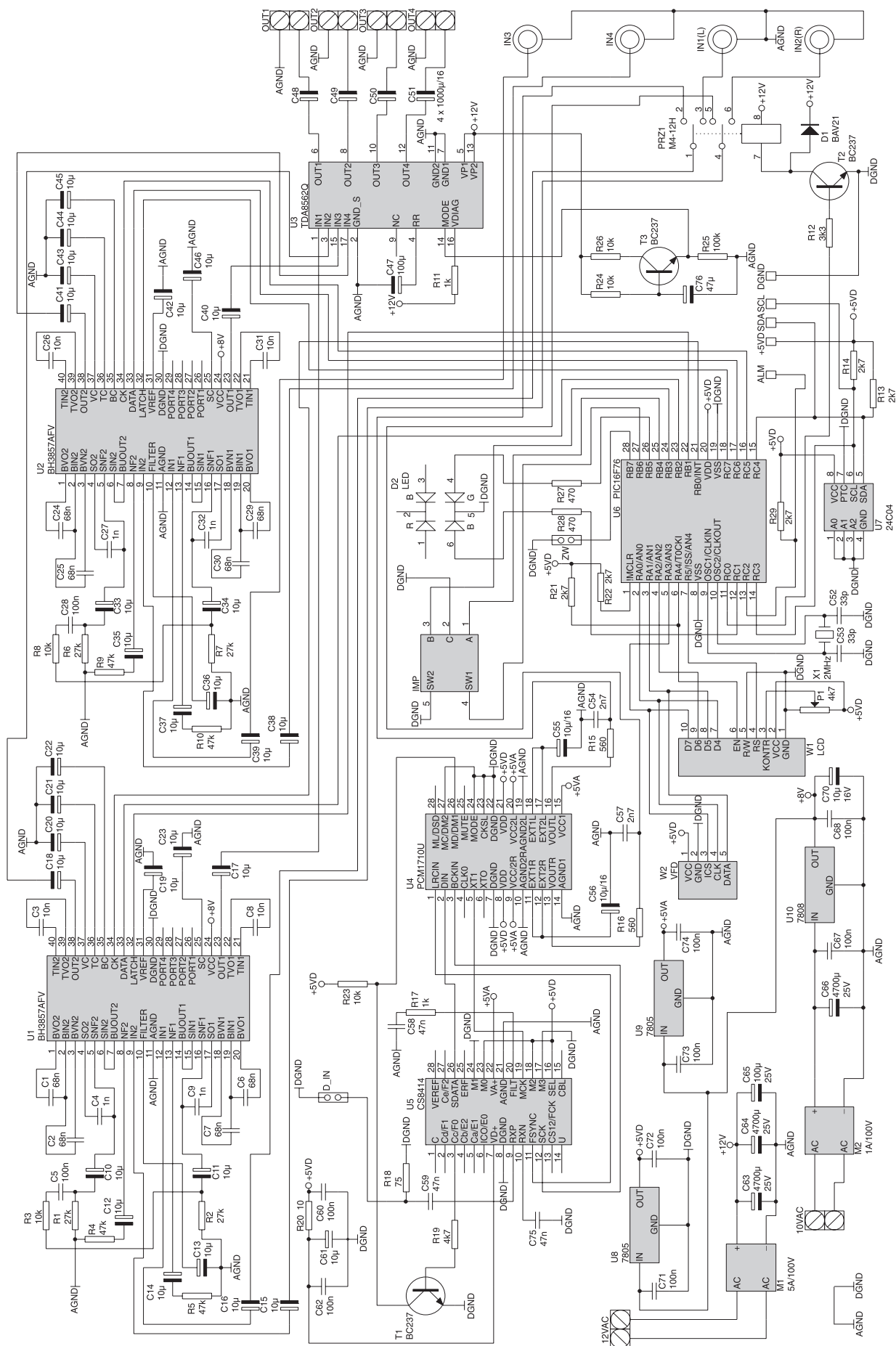
Mikrokontroler U6 steruje wszystkimi ustawieniami procesora audio przez szeregowy interfejs cyfrowy (trzy linie: danych DATA, zegarowa CK i zapisu LATCH). Można również zamienne regulować wzmocnienie i barwę tonów napięciem stałym przyłożonym na specjalnie do tego przeznaczone wyprowadzenia VC, TC i BC. Format danych przesyłanych przez interfejs szeregowy pokazano na **rys. 3**.

W trakcie pojedynczej transmisji przesyłane są 32 bity (pierwszy najmniej znaczący). Prawidłowe dane muszą się pojawić na linii DATA, kiedy na linii zegarowej CK jest poziom niski. Narastające zbocze na linii CK wpisuje daną do bufora wejściowego układu BH3857. Po przesłaniu wszystkich 32 bitów, narastające zbocze na linii LATCH wpisuje odebrane dane z bufora wejściowego do układów sterujących procesora. Znaczenie poszczególnych bitów opisano w **tab. 1**.

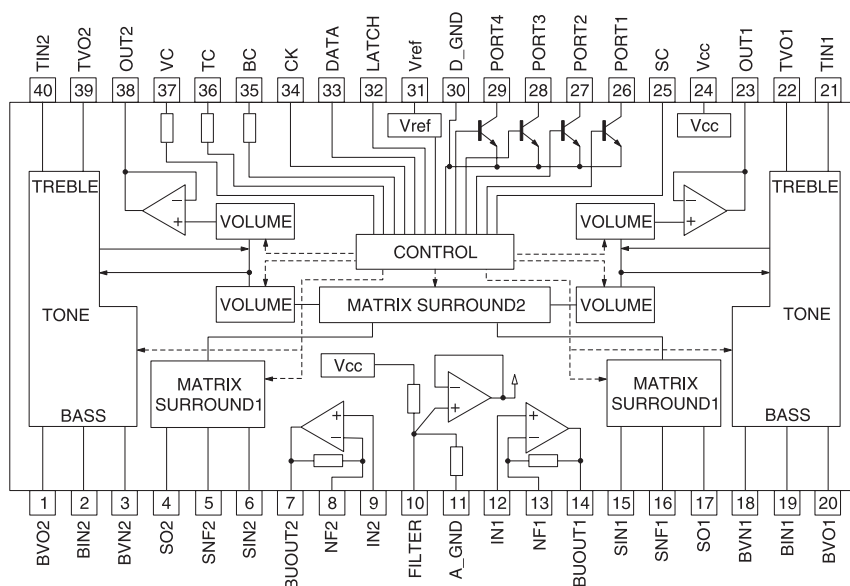
Wzmocnienie (a właściwie tłumienie) sygnału można regulować w 256 krokach (rozdzielczość 8 bitów). W opisywanym tutaj wzmacniaczu cały zakres regulacji został podzielony na 54 przedziały i regulacja odbywa się w 54 krokach od -84 dB do 0 dB. Barwa tonu może być regulowana w 32 krokach (6

Tab. 1. Funkcje bitów słowa sterującego układu BH3857

Bit danych	Funkcja
D0...D7	Sterowanie głośnością
D8...D12	Sterowanie tonami wysokimi
D13...D17	Sterowanie tonami niskimi
D18, D19	Włączanie/wyłączanie efektu surround
D20...D23	Sterowanie stanami portów wyjściowych PORT1...PORT4
D24...D31	Wybór układu ☐ parzystość



Rys. 1. Schemat elektryczny wzmacniacza



Rys. 2. Schemat blokowy procesora audio BH3857

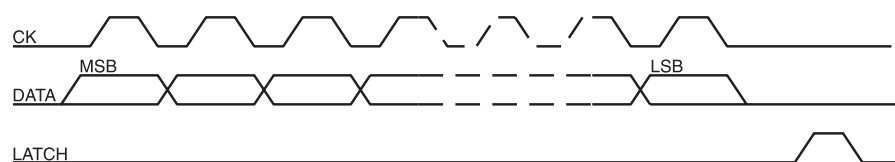
bitów). Tutaj zakres regulacji został podzielony na 17 przedziałów (od -15 dB do +15 dB).

Bity D18 i D19 służą do włączania odpowiednio efektu *surround1* i *surround2*. Efekt jest włączony, gdy bit jest zerem. Wartości bitów D20...D23 są przepisywane na wyjścia cyfrowe PORT1...PORT4. Do końcowych bitów D24...D31 (*chip select and parity*) słowa danych trzeba wpisać 11101010 binarnie.

Z wyjść procesorów U1 i U2 sygnał analogowy podawany jest na wejścia wzmacniacza mocy TDA8562Q - układ U3. Jest to scalony czterokanałowy wzmacniacz klasy B. Każdy z kanałów może dostarczyć mocy 12 W przy obciążeniu 2 Ω i zniekształceniach THD na poziomie 10%. Z praktycznego punktu widzenia TDA8562Q ma kilka istotnych zalet. Po pierwsze, wymaga bardzo niewielu elementów zewnętrznych i zadowala się pojedynczym napięciem zasilającym o wartości ok. 14 V (6...18 V). Układ ma wbudowane zabezpieczenia przeciwzwarciowe (zwarcie wyjść do masy i do plusa zasilania). Po wykryciu takiego zwarcia pobierana jest stosunkowo niewielka moc. Jeżeli

wymienimy jeszcze zabezpieczenie przed odwrotnym podłączeniem zasilania, udarami elektrostatycznymi i przed przegrzaniem układu, to wydaje się, że zniszczenie tego elementu jest dość trudne. Stan zwarcia, przesterczenia lub przegrzania jest sygnalizowany na specjalnym wyjściu diagnostycznym. Układ TDA8562Q można wprowadzić w stan oczekiwania ze znacząco obniżonym poborem mocy (*stand-by*) lub w stan wyciszenia (*mute*).

We wzmacniaczu układ końcówki mocy pracuje w typowej aplikacji podanej przez producenta. Sygnały z procesorów audio U1 i U2 są podawane na wejścia wzmacniacza przez kondensatory: C15, C16 i C40, C41 (separacja składowej stałej). Wyjściowy sygnał przez kondensatory C48...C51 dołączony jest do łączówek OUT1...OUT4. Do tych łączówek podłączone są głośniki. Wejście MODE jest sterowane przez obwód z elementów: T3, R24...R26 i C76, wymuszający na krótki czas stan MUTE po włączeniu zasilania wzmacniacza. W ten sposób są eliminowane ewentualne stuki w głośnikach mogące się pojawić po włączeniu zasilania.



Rys. 3. Przebiegi czasowe przy przesyłaniu danych do układu BH3857

Cyfrowy sygnał audio z napędu CD-ROM jest podłączany do wejścia D_IN (rys. 1). Przez kondensator C59 jest on podawany na wejście układu odbiornika CS8412 (U5). Tam jest wzmacniany i dekodowany w taki sposób, że na wyjściu U5 otrzymywane są trzy sygnały: SCK, SDATA i FSYNC. Linia SDATA przesyłane są ramki zawierające kolejne próbki sygnału audio dla kanału lewego i prawego. Linia SCK przesyłany jest sygnał zegarowy określający prędkość transferu danych przesyłanych linią SDATA. W strumieniu danych są kolejno przesyłane zakodowane próbki dla kanału lewego i prawego. O tym, którego kanału dane są w danej chwili przesyłane, decyduje poziom na linii FSYNC.

Dane przesyłane liniami SDATA, SCK i FSYNC muszą być przetworzone na sygnał analogowy przez przetwornik C/A. Tę rolę spełnia układ PCM710U. Jest to kompletny scalony przetwornik C/A o możliwościach dekodowania sygnału cyfrowego w kilku formatach. Tryb pracy PCM710U może być wybierany za pomocą szeregowego interfejsu sterującego - linie: MC (CLK), ML (STROBE) i MD (DATA) - lub poprzez ustawienie odpowiednich stanów na wejściach sterujących DM1, DM2 i DSD (interfejs równoległy). Podanie na wejście MODE poziomu wysokiego wymusza tryb pracy interfejsu szeregowego. Poziom niski na MODE to tryb równoległy. W naszym rozwiązaniu został wykorzystany interfejs równoległy, w którym dane wejściowe mogą mieć standardowy 16-bitowy format. Wymusza to zaprogramowanie układu CS8412 tak, by jego dane wyjściowe miały taki właśnie format (wejścia M0, M2 i M3 poziom wysoki, a wejście M1 poziom niski). Sygnały analogowe z wyjść VOUTL i VOUTR przetwornika są filtrowane w układzie filtru dolnoprzepustowego - elementy: R16, C57 i R15, C54 - i przez styki przekaźnika PRZ1 mogą być podawane na wejście procesora U1.

Pracą wzmacniacza steruje sterownik zbudowany w oparciu o mikrokontroler PIC16F76 - układ U6. Do linii portu PORTA dołączony jest wyświetlacz VFD lub

Tab. 2. Podłączenie magistral układów U1 i U2 do wyprowadzeń mikrokontrolera

	Linia interfejsu	Linia portu
Układ U1		
	DATA	RB2
	CK	RB0
	LATCH	RB1
Układ U2		
	DATA	RC6
	CK	RC5
	LATCH	RC7

opcjonalnie LCD. Potencjometr P1 służy do ustawiania kontrastu wyświetlacza LCD. Rezystor R22 jest podłączony do wejścia zerowania mikrokontrolera, a rezystor R21 wymusza poziom wysoki na wyprowadzeniu RA4 (*open collector*). Rodzaj obsługiwanej wyświetlacza wybierany jest zworką ZW podłączoną do wyprowadzenia RB7. Zwarcie tej zworki i wymuszenie poziomu niskiego na RB7 powoduje, że program sterujący obsługuje wyświetlacz LCD. Jeżeli ZW nie jest zwarta, to na RB7 jest poziom wysoki i obsługiwany jest wyświetlacz VFD. Wyprowadzenie RC3 jest dołączone do linii SCL, a wyprowadzenie RC4 do linii SDA interfejsu I²C. Rezystory R13 i R14 realizują wymagane przez standard I²C podciąganie linii SCL i SDA do plusa zasilania.

Podłączenie linii magistral sterujących układami U1 i U2 pokazano w **tab. 2**.

Do linii RB3 i RB4 (skonfigurowanych jako wejściowe) podłączone są styki zwierane podczas obrotu impulsatora, a do linii RB5 styk zwierany po naciśnięciu ośki impulsatora. Wszystkie linie portu PORTB (skonfigurowane jako wejściowe) mają włączone podciąganie do plusa zasilania przez wewnętrzne rezystory mikrokontrolera. Wyprowadzenie RC0 steruje przełącznikiem wejścia układu U1 zbudowanym z tranzystora T2 i przekaźnika PRZ1. Ustawienie

poziomu wysokiego na RC0 powoduje wejście w nasycenie T2 i zadziałanie przekaźnika PRZ1. Rezystor R12 ogranicza prąd bazy. Trójkolorowa dioda LED wykorzystywana jest do sygnalizacji trybu pracy wzmacniacza. W trybie CD-ROM dioda świeci na niebiesko - wyprowadzenie RC1 jest na wysokim poziomie napięcia, a RB5 na niskim. W trybie *Quadro* dioda świeci na zielono: RC1 jest na poziomie niskim, a RB7 na wysokim.

Układ U7 jest szeregową pamięcią EEPROM zapisywana i odczytywana przez magistralę I²C. W tej pamięci są zapisywane wszystkie ustawienia sterownika wzmacniacza.

Układ zasilania podzielono na dwie części. Wzmacniacz mocy U3 jest zasilany niestabilizowanym źródłem napięcia zbudowanym z elementów M1, C63, C64, C65 i C77. Napięcie przemienne do tego układu podłączane jest do zacisków złącza 12 VAC. Wszystkie pozostałe układy zasilane są napięciem z oddzielnego transformatora (lub oddzielnego uzwojenia). Napięcie to podawane jest na złącze 10 VAC. Stabilizator U10 dostarcza napięcia +8V do zasilania procesorów U1 i U2. Układ U8 dostarcza napięcia +5V do części cyfrowej: sterownika, wyświetlacza i obwodów cyfrowych układów U4 i U5. Wyprowadzenie VD+ układu U5 jest zasilane przez dodatkowy filtr złożony z elementów: C60...C62 i rezystora R20. Część analogowa układów U4 i U5 zasilana jest ze stabilizatora U9. Układ zasilania ma rozdzielone masy: analogową i cyfrową. Masy te łączą się w jednym punkcie w okolicy kondensatorów C64 i C65.

Jak wiadomo, wzmacniacz może być wyposażony w dwa typy wyświetlacza: VFD lub LCD. Alfnumeryczny wyświetlacz LCD jest ogólnie znany i był wielokrotnie opisywany, dlatego nie będzie

WYKAZ ELEMENTÓW

Płyta główna

Rezystory

R1, R2, R6, R7: 27kΩ
R3, R8, R23, R24, R26: 10kΩ
R4, R5, R9, R10: 47kΩ
R11, R17: 1kΩ
R12: 3,3kΩ
R13, R14, R22, R29, R21: 2,7kΩ
R15, R16: 560Ω
R18: 75Ω
R19: 4,7kΩ
R20: 10Ω
R25: 100kΩ

Kondensatory

C1, C2, C6, C7, C24, C25, C29, C30: 68nF
C3, C8, C26, C31: 10nF
C4, C9, C27, C32: 1nF
C5, C28, C60, C62, C67, C68, C71...C74: 100nF
C10...C23, C33...C46, C55, C56, C61, C70: 10μF/16V
C47: 100μF/25V
C48...C51: 1000μF/16V
C52, C53: 33pF
C54, C57: 2,7nF
C58, C59, C75: 47nF
C63, C64, C66: 4700μF/25V
C65: 100μF/25V
C76: 47μF/25V

Półprzewodniki

M1: 5A/100V
M2: 1A/100V
T1...T3: BC237
D1: BAV21
D2: LED trójkolorowa
U1, U2: BH3857AFV
U3: TDA8562Q
U4: PCM1710U
U5: CS8414
U6: PIC16F76 zaprogramowany
U7: 24C04
U8, U9: 7805
U10: 7808

Różne

Rezonator X1 2MHz
Przekaźnik M4-12h
Płyta drukowana
Goldpiny kątowe
Goldpiny proste

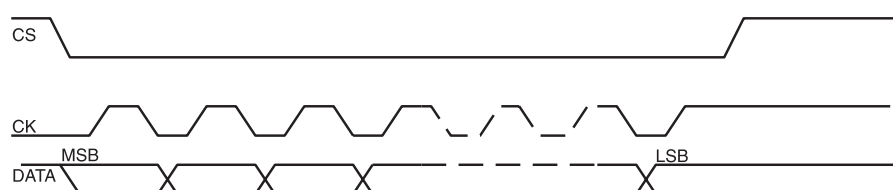
Płyta czołowa

Rezystory

R27, R28: 470Ω
P1: 4,7kΩ

Różne

Impulsator Piher
Wyświetlacz W1 zależnie od wersji
W1 VFD 1x16 znaków
W2 LCD 1x16 znaków



Rys. 4. Przebiegi czasowe na magistrali w czasie przesyłania danych do wyświetlacza VFD

my się nim zajmować. Wyświetlacze alfanumeryczne VFD (*Vacuum Fluorescent Display*) charakteryzują się dużym kontrastem i dużą jasnością świecenia. We wzmacniaczu został zastosowany wyświetlacz CU165ECPB o organizacji 1x16 znaków. Jest to kompletny moduł zasilany napięciem +5 V i wyposażony w sterownik. Wszystkie napięcia potrzebne do prawidłowej pracy lampy fluorescencyjnej są wytwarzane przez specjalną przetwornicę umieszczoną na płycie modułu. Wbudowany w moduł sterownik pozwala na sterowanie wyświetlaczem za pomocą prostego trójprzewodowego interfejsu szeregowego. Linia SDA-TA jest linią danych, SCK to linia zegarowa. Po ustawieniu poziomu niskiego na linii !CS można przesyłać dane do wyświetlacza. Przebiegi czasowe występujące na magistrali w czasie przesyłania danych pokazano na **rys. 4**. Sygnały na liniach SDATA, SCK i !CS mają poziomy TTL.

Sterownik wzmacniacza, oprócz funkcji sterowania parametrami toru audio, ma do wykonania jeszcze jedną funkcję. Wbudowany w obudowę komputera układ z mikrokontrolerem może mierzyć temperaturę we wnętrzu obudowy lub temperaturę procesora. Do tego pomiaru wykorzystany został układ TCN75 firmy Microchip. Jest to scalony czujnik temperatury z magistralą I²C (*slave*). Płytką z tym układem jest podłączana do sterownika przez złącze magistrali I²C. Z TCN75 można odczytywać temperaturę z rozdzielczością 0,5°C z zakresu -55...+125°C. Oprócz tego układ można zaprogramować do pracy w dwu trybach: komparatora temperatury i zgłaszania przerwania.

Jeżeli TCN75 jest zaprogramowany do pracy w trybie komparatora temperatury, to na wyprowadzeniu INT/CMPTR występuje stan aktywny po osiągnięciu temperatury *Tset* i pozostaje taki, aż

temperatura spadnie poniżej temperatury *Thyst*.

W trybie zgłaszania przerwania na wyprowadzeniu INT/CMPTR wystąpi stan aktywny po przekroczeniu temperatury *Tset* i pozostaje na nim, nawet jeżeli temperatura spadnie poniżej *Thyst*. Wyjście INT/CMPTR staje się nieaktywne po odczytaniu dowolnego rejestru układu TCN75 przez magistralę I²C. Stan aktywny (poziom wysoki lub niski) jest programowany w rejestrze konfiguracji CONFIG.

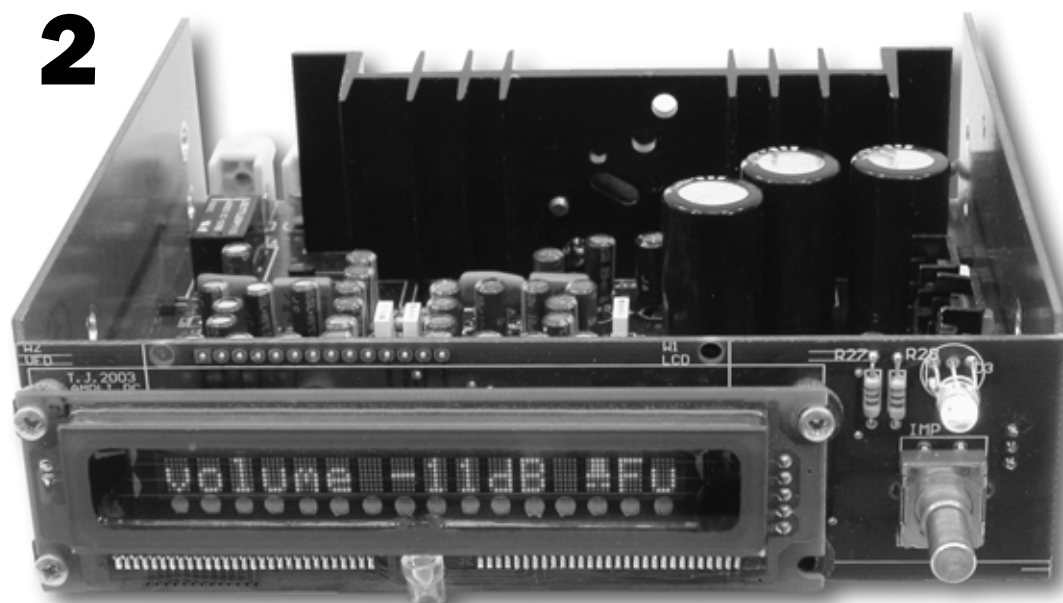
Układ termometru TCN75 może zostać wykorzystany jeszcze w jednym równie pożytecznym celu, ale o tym w kolejnej części artykułu.

Tomasz Jabłoński, AVT
tomasz.jablonski@ep.com.pl

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/?pdf/lipiec03.htm> oraz na płycie CD-EP7/2003B w katalogu PCB.

Wzmacniacz semi-surround do komputera PC, część 2

AVT-516



*Wszyscy lubimy
uszlachetniać nasze
komputery, zwłaszcza że
spędzamy przy nich bardzo
dużo czasu. Powodzenie
wcześniejszych wersji
wzmacniaczy do PC zachęciło
nas do opracowania
unowocześnionej, znacznie
bardziej efektownej wersji
takiego urządzenia,
o możliwościach adekwatnych
do współczesnych wymagań
użytkowników.*

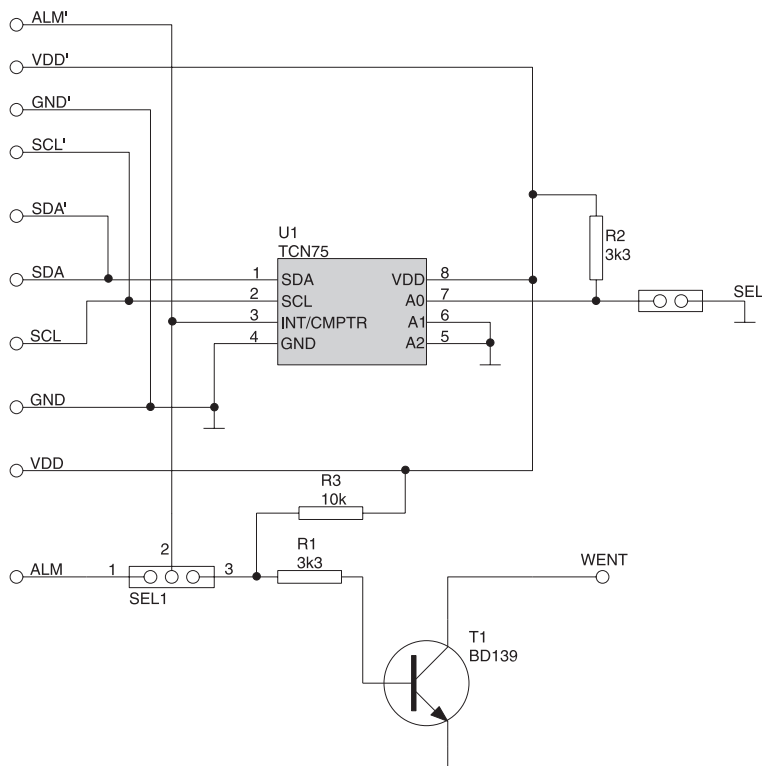
Rekomendacje: projekt
polecamy wszystkim
użytkownikom PC,
a zwłaszcza tym, którzy
dbają o jego multimedialne
walory użytkowe.
Prezentowany wzmacniacz
może być także doskonałym
elementem nowoczesnej
stylizacji komputera -
z użyciem lamp
fluorescencyjnych
i podświetlanych wentylatorów.

Działanie i obsługa wzmacniacza

Po włączeniu zasilania naj-
pierw są inicjowane porty mikro-
kontrolera PIC16F76 i zależnie od
ustawienia zworki ZW inicjowany
jest wyświetlacz VFD lub LCD.
Następnie sprawdzane jest czy
jest to pierwsze uruchomienie
układu (lub uruchomienie po wy-
mianie pamięci EEPROM). Jeżeli
tak jest, to pierwsze 20 komórek
pamięci EEPROM (układ U7) jest
zerowanych, i pod adresy 7 i 8
wpisywana jest wartość 40. Jest
to wartość początkowa temperatur
używana przez funkcje *temp1*
i *temp2*. Jeżeli jest to kolejne
uruchomienie wzmacniacza to
procedura inicjalizacji EEPROM
jest pomijana. Kolejnym krokiem
jest przesłanie do procesorów U1
i U2 ustawień zapisanych w pa-
mięci EEPROM: wartość głośno-
ści, regulacje basów, tonów wyso-
kich i obu układów dźwięku prze-
strzennego *surround1* i *surround2*
tak żeby wszystkie te ustawienia
miały taką wartość jak przed
wyłączeniem wzmacniacza. Z pa-
mięci EEPROM odczytywana jest
informacja o trybie pracy wzmac-

niacza: CD-ROM lub Quadro i od-
powiednio ustawiany jest stan
linii portu RC0, która steruje
przełącznikiem wejść torów
1 i 2 wzmacniacza. Procedurę in-
icjalizacji wzmacniacza kończy za-
programowanie dwu układów ter-
mostatów wartością odczytaną
z komórek 7 i 8 EEPROM, po czym
wyświetlany jest przez 2 sekundy
napis **AVT PC AMPLIFIER**.

Po rozpoczęciu działania pętli
głównej programu sterującego wy-
świetlana jest wartość głośności
np. *Volume -10dB Fu* i program
oczekuje na obrót lub przycię-
cie osi impulsatora. Obrót osi
w prawo powoduje zwiększenie
głośności (czyli zmniejszenie tłum-
nienia wyrażonego w dB), a obrót
w lewo zmniejszenie głośności. Po
osiągnięciu wartości 0dB dalsze
obracanie osi w prawo nie wy-
wołuje żadnego działania i analog-
icznie - po osiągnięciu -84dB
obracanie w lewo nie powoduje
zmiany głośności. Trzeba pamię-
tać, że na wyświetlaczu pokazy-
wana jest wartość tłumienia torów
1 i 2. Jeżeli za pomocą funkcji *vol*
1,2 i *vol* 3,4 zostaną ustawione
różne poziomy tłumienia w kana-



Rys. 5. Schemat elektryczny modułu pomiaru temperatury

łach 1,2 i 3,4, to w kanałach 3 i 4 tłumienie będzie się zmieniało współbieżnie z tłumieniem w kanałach 1 i 2. Również tutaj po osiągnięciu wartości skrajnych dalsze obracanie osi nie zmieni regulowanych wartości. Takie rozwiązanie umożliwia ustawienie różnej głośności pomiędzy parą głośników przednich i tylnych, czyli coś w rodzaju balansu. Układ BH3857 nie ma możliwości ustawiania różnej głośności (tłumienia) w każdym ze swoich kanałów, dlatego nie przewidziano możliwości regulacji balansu lewa - prawa strona.

Po obroceniu osi impulsatora nowe wartości tłumienia są wpisywane do układów U1 i U2 i zapisywane do pamięci EEPROM. Na wyświetlaczu jest wyświetlana nowa wartość tłumienia dla kanałów 1 i 2.

Przyciśnięcie osi impulsatora umożliwia wejście do menu funkcji sterownika wzmacniacza i wybranie jednej z 9 funkcji:

- regulacja głośności w kanałach 1 i 2 - funkcja *Vol 1,2*,
- regulacja głośności w kanałach 3 i 4 - funkcja *Vol 3,4*,
- regulacja tonów niskich całego wzmacniacza - funkcja *Bass*,
- regulacja tonów wysokich całego wzmacniacza - funkcja *Treble*,

- włączenie (lub wyłączenie) układu dźwięku przestrzennego surround 1 - funkcja *Surr.1*,
- włączenie (lub wyłączenie) układu dźwięku przestrzennego surround 2 - funkcja *Surr.2*,
- ustawienie trybu pracy CD-ROM/quadro - funkcja *Ch 2/4*,
- ustawienie temperatury 1 - funkcja *Temp1*,
- ustawienie temperatury 2 - funkcja *Temp2*,
- odczytanie temperatury 1 - funkcja *Termometr*.

Po wejściu do menu funkcyjnego wyświetlana jest ostatnio wybrana funkcja np. *Ch 2/4*. Kręcenie osi impulsatora powoduje sekwencyjne wyświetlanie kolejnych funkcji. Po przyciśnięciu osi rozpoczyna się wykonywanie funkcji, której nazwa jest właśnie wyświetlana.

Funkcja *Vol 1,2* reguluje głośność w kanałach 1i 2 (głośniki przednie). Po jej wybraniu na ekranie pojawia się np. *Vol 1,2 -36dB*. Kręcąc osi impulsatora ustawia się wartość tłumienia dokładnie tak samo jak przy regulacji głośności w pętli głównej programu. Zmieniana wartość jest wyświetlana, przesyłana go układu U1 i zapamiętywana w pamięci EEPROM. Przyciśnięcie osi kończy funkcję i program przechodzi do pętli głównej.

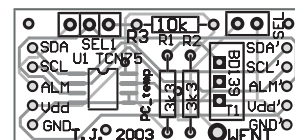
Funkcja *Vol 3,4* działa podobnie jak funkcja *Vol 1,2*. W trakcie jej wykonywania ustawiane wartości tłumienia są wpisywane do układu U2 i regulują głośność w kanałach 3i 4 (głośniki tylne). Jeżeli w głośnikach przednich zostanie ustawiona większa głośność niż w tylnych, to w czasie regulacji głośności w pętli głównej ta różnica zostanie zachowana.

Regulacja barwy tonów obejmuje jednocześnie wszystkie kanały. Oznacza to, że na przykład ustawienie tonów niskich powoduje wpisanie regulowanej wartości do obu procesorów jednocześnie.

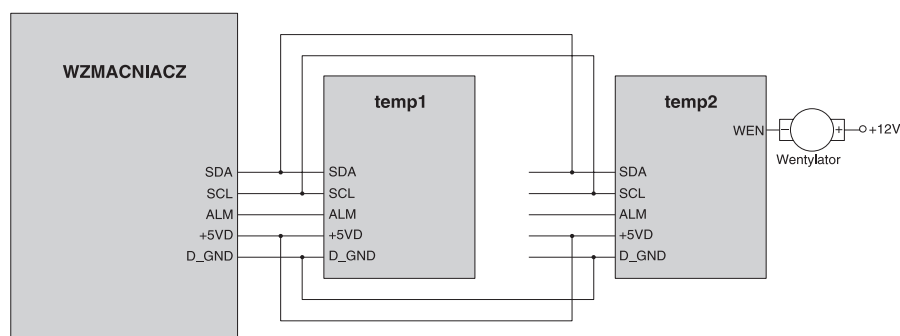
Tony niskie ustawiane są po wywołaniu funkcji *Bass* - na wyświetlaczu pojawia się np.: *Bass +02dB*. Tony niskie reguluje się przez kręcenie osi impulsatora od -15dB do +15dB. Obrót w lewo powoduje zwiększenie tłumienia, a obrót w prawo podbija niskich częstotliwości. Nowa wartość po obroceniu osi jest wyświetlana na wyświetlaczu, wpisywana do układów U1 i U2, następnie zapisywana do pamięci EEPROM. Wyjście z menu ustawiania jest możliwe po przyciśnięciu osi impulsatora.

Regulacja tonów wysokich działa podobnie. Po wywołaniu funkcji *Treble* na wyświetlaczu pojawia się np. *Treble +04dB*. Przez obracanie osi impulsatora regulować poziom (tłumienie lub podbijanie) wyższych częstotliwości. Ustawiona wartość jest wpisywana do obu procesorów i zapisywana w pamięci EEPROM. Przyciśnięcie osi impulsatora kończy działanie tej funkcji.

Następne dwie funkcje *Surr1* i *Surr2* umożliwiają włączenie lub wyłączenie układów dźwięku dookólnego surround. Jak to już zostało powiedziane procesor BH3857 ma wbudowane dwa niezależne układy surround. Po wywołaniu funkcji *Surr1* można włączyć lub wyłączyć pierwszy z tych układów: *SURR1 ON*. Przez krę-



Rys. 6. Rozmieszczenie elementów na płytce do pomiaru temperatury



Rys. 7. Podłączenie czujników temperatury do wzmacniacza

cenie osi impulsatora można ustawić włączenie ON lub wyłączenie OFF układu. Każda z nastaw jest wpisywana na bieżąco do obu procesorów i zapamiętywana w pamięci EEPROM. Przyciśnięcie osi impulsatora kończy działanie funkcji. Włączenie lub wyłączenie drugiego układu surround realizowane jest tak samo za pomocą funkcji *Surr2*.

Wzmacniacz może pracować w dwu trybach: tryb z czterema kanałami umownie nazwany trybem *Quadro* i tryb z dwoma kanałami umownie nazwany trybem CD-ROM. W trybie *Quadro* sygnał z wejść IN1...IN4 jest poddawany regulacjom przez układy procesorów U1 i U2 i podawany na wejścia wzmacniacza mocy U3. W trybie CD-ROM na wejścia procesora U1 podawany jest stereofoniczny sygnał z toru cyfrowego (układy U5 i U4), a wejścia IN1 i IN2 są odłączone przez styki przełącznika Prz1. Po przełączeniu w tryb CD-ROM sygnał z wejść IN3 i IN4 jest automatycznie wyciszany (*mute*) przez układ procesora U2.

Wybór trybu pracy jest dokonywany za pomocą funkcji *Ch2/4*. Po jej wywołaniu na ekranie wyświetlany jest napis *MODE CD-ROM* Przez kręcenie osi impulsatora sekwencyjnie jest zmieniany tryb pracy. Odpowiednie ustawienia są zapisywane do pamięci EEPROM i w przypadku *Quadro*ysterowywany jest przełącznik Prz1. Do sygnalizacji włączonego trybu wykorzystywana jest trójkolorowa dioda LED D2. Dla trybu CD-ROM świeci na niebiesko, a dla trybu *Quadro* na zielono.

Funkcje *Temp1* i *Temp2* umożliwiają ustawienie temperatur dwóch czujników TCN75 pracujących w trybie termostatu. Pierwszy z czujników mierzy temperaturę we wnętrzu obudowy kom-

putera lub temperaturę procesora. Funkcja *Temp1* ustawia temperaturę T_{set} w zakresie 10...99°C układu o adresie A0...A2 = 000. Temperatura histerezy T_{hyst} ma wartość o 5°C niższą niż ustawiana temperatura T_{set} . Po osiągnięciu temperatury T_{set} wyprowadzenie INT/CMPTR podłączone do ALM i dalej do linii RC2 sterownika U6 przechodzi w stan niski. Po wymuszeniu stanu niskiego na RC2 jest sygnalizowane przekroczenie temperatury. Na wyświetlaczu pojawia się migający napis: *t1 out of range*. Po przyciśnięciu osi impulsatora napis znika i wzmacniacz pracuje dalej normalnie. Ponowne uaktywnienie sygnalizacji przekroczenia temperatury jest możliwe po wyłączeniu i włączeniu wzmacniacza, lub po wejściu w menu funkcyjne. Spadek temperatury poniżej wartości ustawionej funkcją *Temp1* -5°C powoduje zmianę stanu wyjścia ALM (RC2) w stan wysoki.

Konstrukcja mechaniczna wzmacniacza - ograniczone gabaryty i miejsce jego zamontowania w obudowie komputera - wymusiły zastosowanie niezbyt dużego radiatora układu wzmacniacza mocy U3. Praktycznie przy takich warunkach chłodzenia nie jest możliwe wykorzystanie większej mocy wzmacniacza. Żeby można było „mocniej” sobie pograć i nie spowodować wyłączenia U3 z powodu przegrzania, trzeba zastosować chłodzenie wymuszone. Wentylator chłodzący może być włączony cały czas, lub włączany w momencie, kiedy radiator osiągnie zadaną temperaturę ustawianą funkcją *Temp2*. Czujnik TCN75 programowany funkcją *Temp2* musi mieć adres A0...A2=100b. Po osiągnięciu zaprogramowanej temperatury wyprowadzenie INT/CMPTR przechodzi w stan wysoki i może wprowadzić

w stan nasycenia tranzystor włączający wentylator.

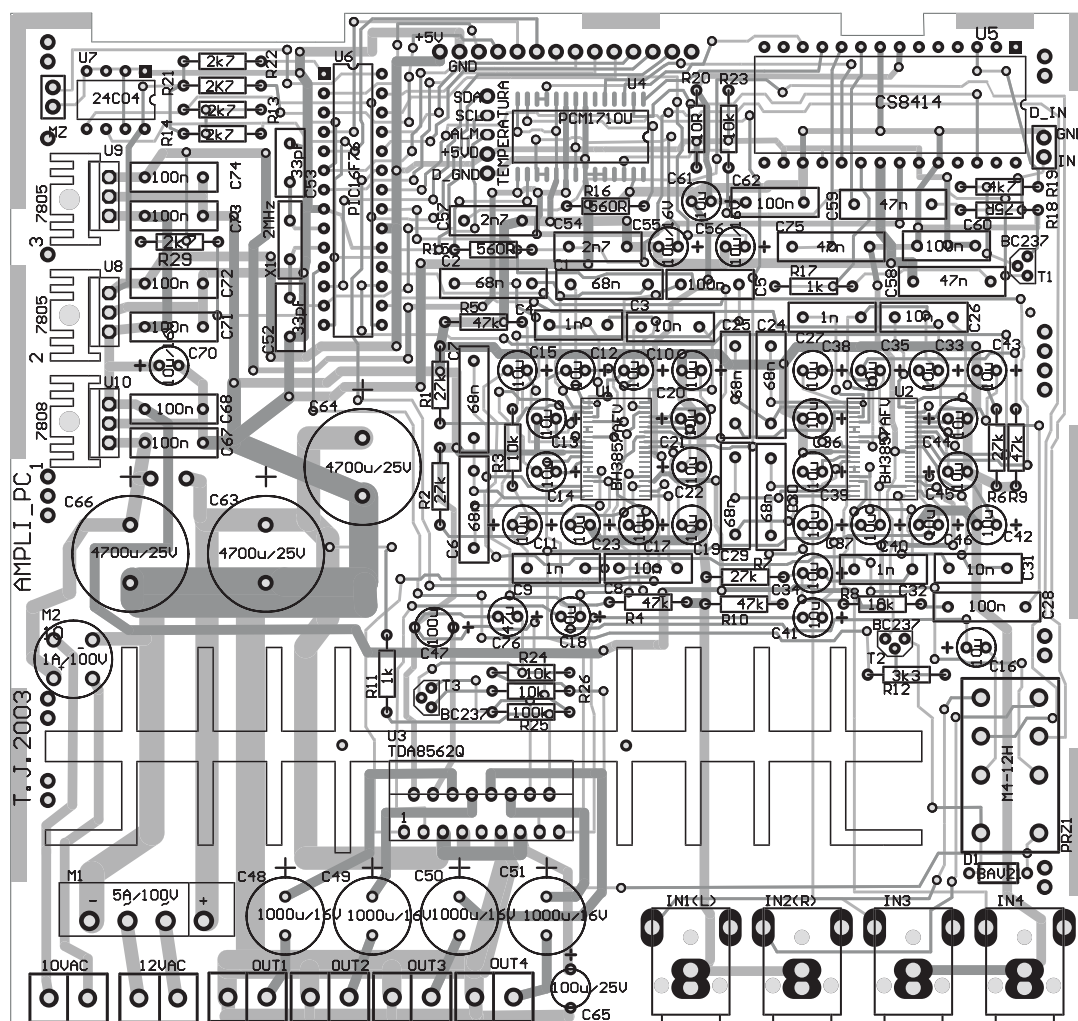
Ostatnią funkcją spełnianą przez prezentowane urządzenie jest termometr. Na wyświetlaczu jest wyświetlana temperatura mierzona przez układ wykorzystywany przez funkcję *temp1*. Wyjście z funkcji ustawiania jest możliwe przez naciśnięcie (i przytrzymanie) osi impulsatora.

Układy pomiaru temperatury podłączane są do rzędu goldpinów opisanych na płytce: D_GND (masa cyfrowa), +5VD, ALM, SDA i SCL. Schemat elektryczny uniwersalnego układu pomiaru temperatury (dla funkcji *Temp1* i *Temp2*) pokazano na rys. 5, a jego płytka drukowana na rys. 6. Dla temperatury *Temp1* na płytce montowany jest układ TCN75, zwora SEL jest zwarta (A0=0), a zwora SEL1 jest zwiera wyprowadzenie INT/CMPTR z ALM. W drugim układzie pomiaru temperatury radiatora trzeba zmontować wszystkie elementy. Zwora SEL powinna być rozwarta (A0=1). Zwora SEL1 zwiera C z rezystorem R1. Po osiągnięciu temperatury ustawionej funkcją *Temp2* INT/CMPTR przechodzi w stan wysoki powodując nasycenie tranzystora T1 i załączenie wentylatora.

Żeby umożliwić łatwy kontakt termiczny obudowy układu TCN75 z procesorem lub radiatorem można elementy R1, R2 i T2 przylutować od drugiej strony płytki. Zależnie od potrzeb można podłączyć tylko jeden z czujników lub obydwie na raz. Można też nie wykorzystywać żadnego. Jeżeli wykorzystywane są oba na raz, to jeden z nich jest podłączony do układu wzmacniacza. Połączenie drugiego jest możliwe przez zrównoleglone wyprowadzenia D_GND, +5VD SDA i SCL jak to pokazano na rys. 7.

Montaż i uruchomienie wzmacniacza

Wzmacniacz składa się z 4 płytek drukowanych. Na płytce głównej (schemat montażowy pokazano na rys. 8) są umieszczone wszystkie zasadnicze elementy wzmacniacza: procesory audio, wzmacniacz mocy, tor przetwornika C/A (układy U4 i U5), sterownik z pamięcią EEPROM oraz układy zasilania i przełącznika wejść IN1, IN2. Na płytce czołowej (rys. 9) umieszczono



Rys. 8. Schemat montażowy głównej płytki wzmacniacza

no wyświetlacz VFD lub LCD, impulsator i trójkolorową diodę LED. Na dwóch bocznych płytkach nie są montowane żadne elementy, służą one jako elementy konstrukcji mechanicznej wzmacniacza.

Montaż najlepiej jest rozpocząć od zmontowania płytki głównej bez wzmacniacza mocy. Niestety dla chcących ją zmontować samodzielnie w całości nie mam dobrych wiadomości. Układy BH3857AFV umieszczone są w obudowach do montażu powierzchniowego, w których odstęp pomiędzy nóżkami wynosi zaledwie 0,5 mm. Przylutowanie dwóch układów 40-nóżkowych jest zadaniem dość trudnym, ale możliwym do wykonania. Kolejnym układem przystosowanym do montażu powierzchni-

wego jest przetwornik C/A PCM1710U. Przylutowanie tego elementu nie powinno jednak sprawiać większych problemów.

Po zmontowaniu płytki głównej montujemy elementy na płycie czołowej. Jest ona przystosowana do podłączenia jednego z dwóch rodzajów wyświetlaczy: VFD typu CU165ECPB lub LCD o organizacji 1x16 znaków.

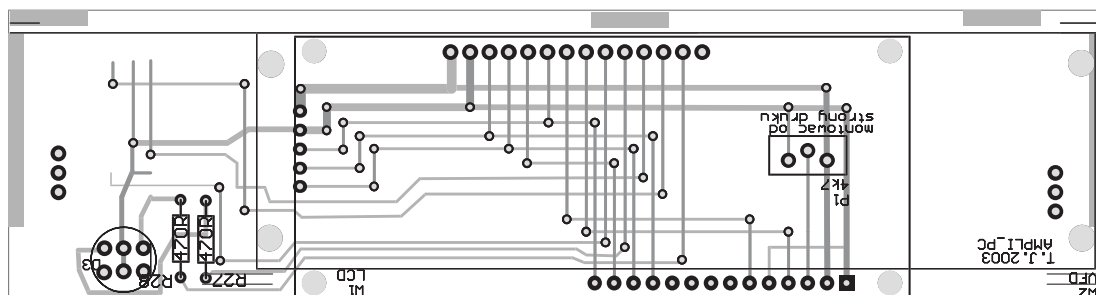
Kolejnym krokiem będzie połączenie wszystkich czterech płytek wzmacniacza w jedną mechaniczną całość tak, żeby powstał moduł,

który można umieścić w obudowie komputera w miejsce przewidziane dla dodatkowego dysku lub odtwarzacza CD (fot. 10).

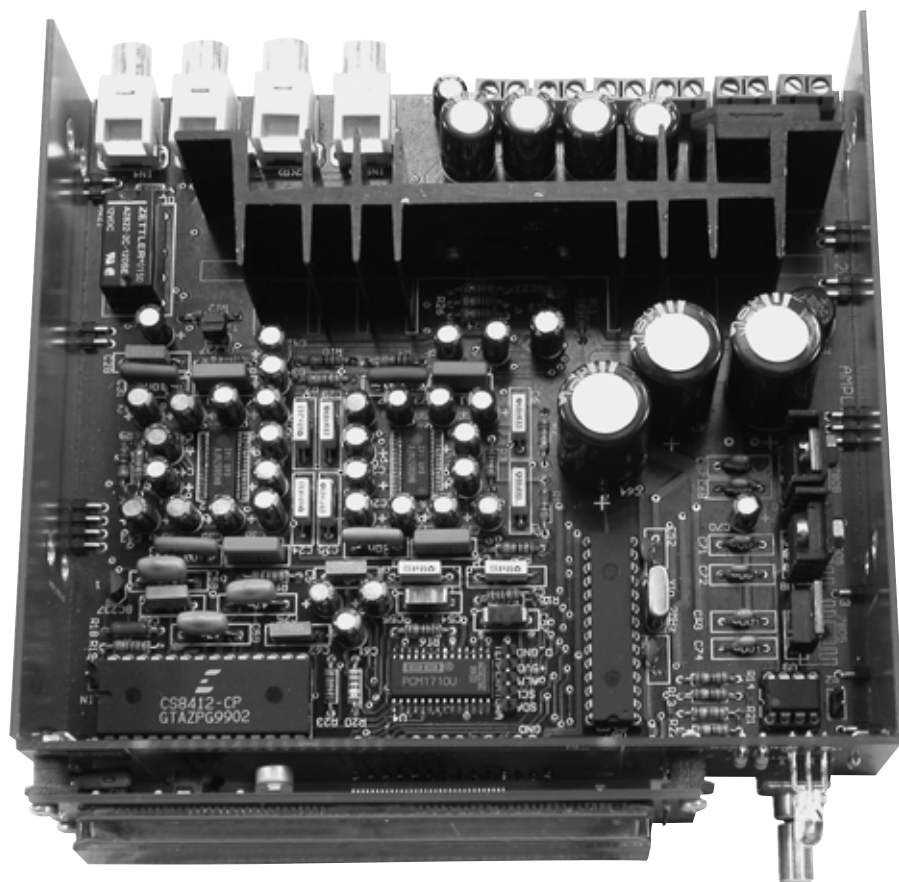
W pierwszej kolejności trzeba połączyć płytkę główną z czołową za pomocą rzędu kątowych goldpinów. Rzędy punktów lutowniczych umieszczone są na krawędziach obu płytek tak, że po wlutowaniu goldpinów obie płytki przylegają do siebie i są połączone pod kątem prostym. Jest to połączenie mechaniczne pomiędzy płytkami i elektryczne pomiędzy sterownikiem umieszczonym na płytce głównej a wyświetlaczem i impulsatorem i diodą LED umieszczonymi na płytce czołowej. Następnym etapem będzie przyłutowanie płytek bocznych prawej i lewej (patrz opis

na płytkach) z płytką główną. Tutaj również do mechanicznego połączenia pomiędzy płytkami wykorzystane zostały katowe goldpiny. W płytkach w odpowiednich miejscach umieszczono punkty lutownicze tak, że montaż polega tylko na wlutowaniu elementów łączących. Na końcu wlutowujemy goldpiny łączące płytki boczne z płytką czołową. W taki sposób cały wzmacniacz zostanie precyzyjnie i mocno „zsztyty“ w całość.

Uruchomienie rozpoczynamy od podłączenia napięcia prze-



Rys. 9. Schemat montażowy czołowej płytki wzmacniającej



Fot. 10. Widok zmontowanego wzmacniacza od góry

miennego o wartości ok. 10 V do zacisków 10 VAC i sprawdzenia poprawności napięć zasilających +8 V, +5 VD i +5 VA. Jeżeli został zastosowany wyświetlacz VFD lub LCD z podświetlaniem, to trzeba pamiętać, że pobiera on prąd w obwodzie +5 VD może przekraczać 300 mA i zbyt duża wartość napięcia przemiennego spowoduje wydzielanie się dużej mocy na stabilizatorach U8 i U10. Jeżeli napięcia są prawidłowe, to trzeba do podstawki włożyć zaprogramowany mikrokontroler PIC16F76 i odpowiednio ustawić zwory ZW (LED ZW zwarta, VFD ZW rozwarta). Na ekranie wyświetlacza po włączeniu zasilania powinien się pojawić na 2 sekundy napis **AVT PC AMPLIFIER** i program przechodzi do pętli głównej.

Uruchomienie toru audio można wykonać dwoma sposobami: z pomocą generatora akustycznego i oscyloskopu oraz „na słuch”. Ja zdecydowanie polecam tę pierwszą metodę ponieważ łatwo można wykryć ewentualne zniekształcenia sygnału, czy wzbudzenie się na wysokich częstotliwościach. Po podaniu sygnału z generatora (amplituda 100...200

mV, częstotliwość 1 kHz) na kolejne wejścia IN1...IN4 sprawdzamy regulację głośności we wszystkich czterech kanałach. Sonda oscyloskopu podłączana jest kolejno na wejścia IN1...IN4 wzmacniacza mocy (jeszcze na tym etapie nie wlutowanego). Następnie trzeba zmienić częstotliwość na ok. 100 Hz i po wybraniu funkcji *Bass* sprawdzić regulację tonów niskich. Podobnie przy częstotliwości 10 kHz za pomocą funkcji *Treble* jest sprawdzana regulacja tonów wysokich.

Jeżeli wszystko jest w porządku wlutowujemy wzmacniacz mocy i przykręcamy go do radiatora. Radiator musi być wcześniej przymocowany do płytki przez 2 wkręty M3 wkręcone w nagwintowane otwory w korpusie radiatora. W modelowym wzmacniaczu został użyty dostępny w Elfie radiator KS111 o wysokości 37,3 mm. Oczywiście można tutaj użyć dowolnego radiatora o zbliżonych wymiarach. Po zamontowaniu wzmacniacza mocy trzeba do wszystkich czterech wejść dołączyć głośniki, a do zacisków AC12V dołączyć napięcie przemiennie o wartości ok. 12 V. Jeżeli

do wyjścia nie jest podłączony głośnik to funkcję obciążenia może spełniać rezystor o rezystancji 8...12 Ω i mocy 10 W. Ważne jest, aby podczas prób, a potem eksploatacji, wszystkie wyjścia były obciążone. W trybie Quadro do wszystkich wejść podajemy teraz sygnał akustyczny. Dźwięk powinien być bez zniekształceń i zakłóceń. Po podłączeniu z napędu CD-ROM sygnału cyfrowego (z wyjścia *Digital Audio Output Connector*) do wejścia D_IN sprawdzamy poprawność działania toru cyfrowego. Odtwarzanie w tym torze jest możliwe po przejściu w tryb CD-ROM - funkcja *Ch 2/4*. Stereofoniczny dźwięk z płyty CD jest odtwarzany w kanałach 1 i 2. Kanały 3 i 4 są automatycznie wyciszane. Włączenie układów *Surround* kończy sprawdzanie działania toru akustycznego. Na koniec pozostaje jeszcze sprawdzenie czujników temperatury. Po ich podłączeniu i skonfigurowaniu najpierw sprawdzamy czujnik temperatury wnętrza obudowy (lub procesora). Funkcją *Temp1* trzeba ustawić temperaturę zbliżoną do pokojowej i po lekkim podgrzaniu czujnika (np. przez dotknięcie palcem) obserwujemy sygnalizację przekroczenia temperatury. Po tych czynnościach ustawiamy żadaną temperaturę alarmu. Dokładnie tak samo może zostać sprawdzony drugi czujnik. Można też żadnych konsekwencji dla działania programu sterującego wzmacniacza zrezygnować z jednego lub z obydwu czujników. Jeżeli nie będzie podłączony czujnik mierzący *temp1* to nie będzie działała funkcja termometr.

Sprawdzone i uruchomiony wzmacniacz trzeba umieścić w obudowie komputera w miejscu przeznaczonym na dodatkowy napęd CD-ROM. Przedtem do metalizacji otworów w płytkach bocznych trzeba przylutować nakrętki M3 do których będą wkręcone wkręty mocujące wzmacniacz do obudowy komputera.

Tomasz Jabłoński, AVT
tomasz.jablonski@ep.com.pl

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/?pdf/sierpien03.htm> oraz na płycie CD-EP8/2003B w katalogu PCB.