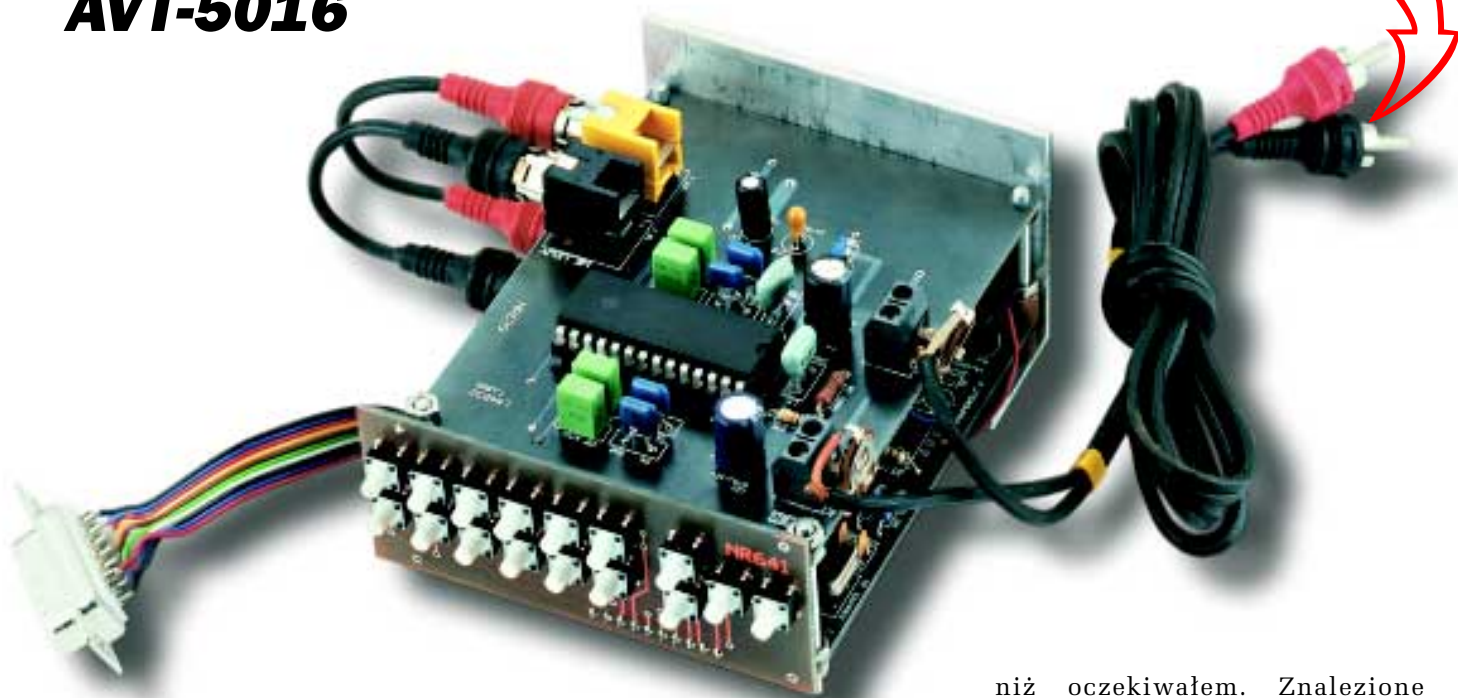


# Amplituner FM z RDS

## AVT-5016

PROJEKT  
Z OKŁADKI



*Ogromne zainteresowanie, jakim cieszy się wśród Czytelników EP tuner FM AVT-900, zachęciło nas do opracowania jego nowszej, znacznie udoskonalonej wersji. Jest to kompletny amplituner FM wyposażony w dekoder RDS, sterowany za pomocą magistrali IIC (PC). Amplituner ma niebanalną i bardzo nowoczesną konstrukcję, dzięki której dorównuje parametrami wielokrotnie droższym amplitunerom z firm znanych na rynku sprzętu audio.*

Pomysł skonstruowania amplitunera FM narodził się podczas prac nad dekodernem RDS. Żeby wykorzystać informacje przesyłane przez RDS i sterujące pracą tunera np. AF (ang. alternative frequency), TP (ang. traffic program) itp., potrzebny jest sterownik, który spełnia funkcję dekodera RDS i sterownika tunera FM. W uniwersalnym dekodernie informacje te można najwyżej wyświetlać. Ostatecznie można sygnalizować pojawianie się informacji typu TP lub news za pomocą odpowiedniego stanu linii portu.

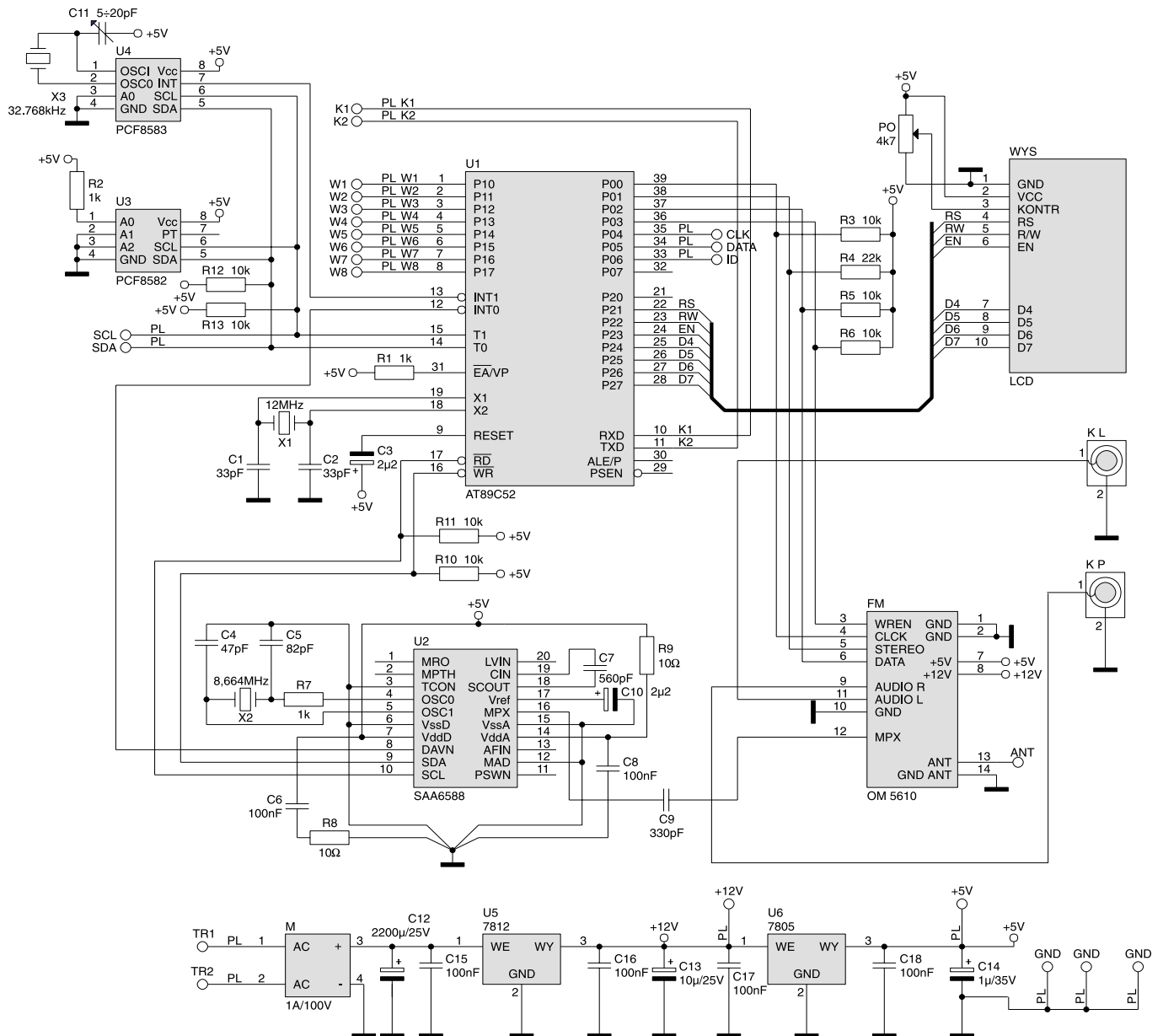
Po zakończeniu prac nad dekodernem rozpoczęły się poszukiwania głowicy FM z syntezą częstotliwości, którą można by było wykorzystać w planowanym amplitunerze. Okazało się to trudniejsze

niż oczekiwałem. Znalezione głowice nie pasowały do mojej koncepcji i wydawało się, że pomysł stopniowo popadnie w zapomnienie. Jednak w pewnym momencie pojawiła się realna szansa zdobycia modułu OM5610 firmy PHILIPS, który idealnie spełniał przyjęte założenia i rozpoczęły się prace nad tunerem FM.

Jak to często bywa, apetyt rośnie. Skoro jest już sterownik obsługujący moduł OM5610 i preprocesor RDS SAA 6588, to dlaczego nie dorobić jakiegoś sterowania torem audio? Tak powstał pomysł skonstruowania amplitunera z RDS-em i cyfrowo sterowanym torem audio. Był już kompletny cyfrowo sterowany moduł FM z dekodernem stereo, moduł preprocesora RDS, pozostał do rozwiązania problem toru m.cz. Wybór padł na układ procesora audio LM4832 firmy National Semiconductor.

Kiedy była gotowa koncepcja układowa, pozostało określić przy najmniej w zarysie założenia funkcjonalne amplitunera. Musi on mieć możliwość programowania i zapamiętywania częstotliwości stacji radiowych, wyświetlania częstotliwości odbieranych stacji. Dekoder RDS powinien umożliwiać wyświetlanie PSname lub radiotekstu i za pomocą listy AF realizować automatycz-





Rys. 1. Schemat elektryczny sterownika tunera.

ne szukanie alternatywnych częstotliwości odbieranej stacji. Tor audio to oczywiście regulacja siły głosu, barwy tonu i balansu.

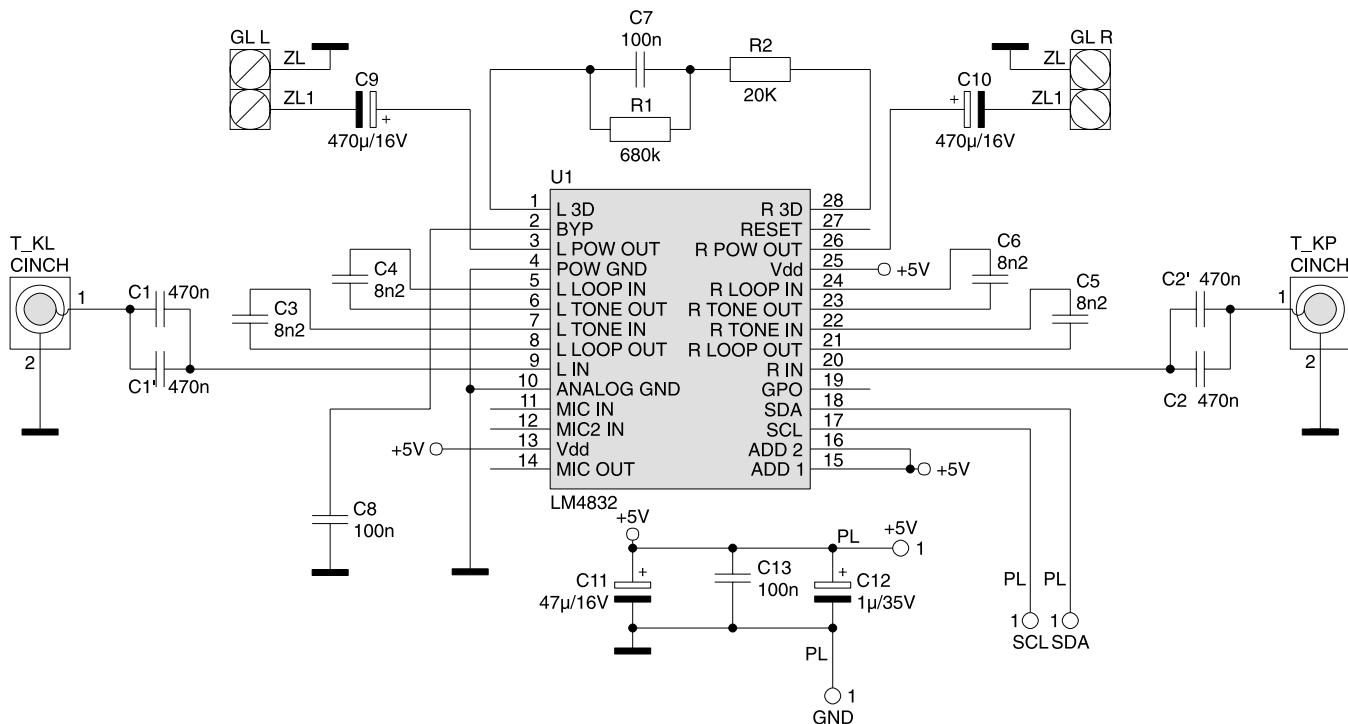
## Opis układu

Takie były założenia, a popatrzmy teraz, jak wygląda realizacja projektu. Na **rys. 1** pokazano schemat sterownika amplitunera. Całość zasilana może być napięciem przemiennym o wartości ok. 15V lub napięciem stałym o podobnej wartości. Napięcie to podawane jest na TR1 i TR2. Stabilizator U6 dostarcza napięcia +5V do zasilania układów cyfrowych, modułu OM5610 i procesora audio LM4832. Układ U5 należy wyposażyć w radiator w przy-

padku, gdy do wyjść LM4832 będzie dołączane obciążenie o niewielkiej impedancji. Napięcia +12V i +5V są blokowane za pomocą kondensatorów 100nF i tantalowych 1μF/35V. Szczególnie ważne dla poprawnej pracy sterownika jest odpowiednie zablokowanie napięcia +5V zasilającego mikrokontroler AT89C52.

Mikrokontroler U1 pracuje z rezonatorem kwarcowym o częstotliwości 12MHz. Odpowiednie zernowanie U1 po włączeniu zasilania zapewnia kondensator C3. Rezystor R1 wymusza wysoki poziom napięcia na wejściu !EA/VP. Mikrokontroler korzysta wtedy z wewnętrznej pamięci programu o maksymalnej pojemności 8kB.

Do linii portu P1 podłączone są wiersze matrycowej klawiatury o 16 klawiszach. Kolumny tej klawiatury są dołączone do linii P3.0 i P3.1 portu P3. Linia P3.6 jest linią danych SDA, a linia P3.7 linią sygnału taktującego SCL magistrali IIC obsługującej preprocesor SAA6588. Rezystory R11 i R12 zapewniają odpowiednie podciąganie tych linii do plusa zasilania. Do linii INT0 podłączony jest sygnał DAVN preprocesora U2. Linia P3.4 to linia sygnału SDA, a linia P3.5 sygnału SCL magistrali IIC obsługującej pamięć EEPROM oraz procesor audio LM4832. Rezystory R12 i R13 zapewniają odpowiednie podciąganie tych linii do +5V.



Rys. 2. Schemat elektryczny przedwzmacniacza audio.

Dlaczego zastosowano dwie odrębne magistrale IIC? Przecież z założenia do jednej magistrali można dołączyć wiele układów o różnych adresach, a tak tu właśnie jest. Wynika to z tego, że sygnał DAVN może w dowolnym momencie wyzwolić przerwanie. Procedura przerwania przejmuję kontrolę nad magistralą IIC. Może się zdarzyć, że w tym momencie inne urządzenie korzysta z magistrali i wymiana informacji z tym urządzeniem może zostać przerwana w trudnym do przewidzenia momencie. Oczywiście można próbować metodami programowymi nie dopuścić do takiej sytuacji. Rozdzielenie magistral jest jednak rozwiązaniem prostszym i pewniejszym, a nie brakuje linii portów.

Sterowanie modułem OM5610 realizowane jest za pomocą linii portu P0. Rezystory R3..R6 wymuszają wysoki poziom napięcia na liniach P0 w momencie, kiedy do rejestru P0 wpisana jest jedynka i port pracuje jako bezpośrednie wejście/wyjście (a nie magistrala AD0..7). Wyświetlacz LCD 2x20 znaków sterowany jest liniami portu P2.

Układ procesora RDS jest praktycznie taki sam jak w opisywanym już uniwersalnym dekodery. Sygnał MPX z nóżki 12 modułu OM5610 podawany jest przez kondensator C9 na nóżkę 16 układu U2 (wejście MPX). Elementy R9, C8 oraz R8, C6 odpowiednio filtrują

napięcie zasilające część analogową i cyfrową procesora, tak aby eliminować zakłócenia przenoszone poprzez zasilanie. Rezonator pracuje z częstotliwością 8,664MHz.

Układ U3 to, znana Czytelnikom EP, pamięć EEPROM PCF8582 zapisywana i odczytywana przez magistralę IIC. W pamięci tej zapisane są zaprogramowane wartości częstotliwości oraz wszystkie bieżące ustawienia amplitunera. Istotne jest, aby po wyłączeniu i ponownym włączeniu urządzenia ustawiony był ten sam program, ten sam poziom głośności, barwy tonu, balansu oraz ustawienia dotyczące RDS-u. Dlatego wszystkie te ustawienia są zapisywane do pamięci EEPROM i po włączeniu zasilania zostaną otworzone.

Sygnaly audio kanału lewego i prawego są wyprowadzone na gniazda typu cinch wlotowane w płytke. Do punktów lutowniczych K1, K2, W1..W8 podłącza się płytke klawiatury. Punkty opisane jako WYS LCD służą do podłączenia wyświetlacza LCD. Sygnaly magistrali IIC potrzebne do sterowania torem audio dołączane są do punktów SDA i SCL. Na płytce przewidziane jest miejsce dla układu zegara czasu rzeczywistego PCF8583. W opisywanym układzie sterownika nie jest on wykorzystywany, a przeznaczony jest dla przyszłych zastosowań.

Na rys. 2 pokazano schemat toru m.cz. Jest to typowa aplikacja układu LM4832. Kondensatory C11, C12 i C13 blokują napięcie zasilające +5V. Ponieważ jest to napięcie, które zasila też część cyfrową, to konieczne jest odfiltrowanie zakłóceń o charakterze impulsowym. Równolegle połączone kondensatory C1, C1' oraz C2, C2' oddzielają składową stałą sygnału wejściowego dla kanału lewego i prawego. Kondensatory C6 i C5 są włączone w obwód regulacji tonów niskich dla kanału prawego, a kondensatory C4 i C3 dla kanału lewego. Kondensatory C10 i C9 oddzielają składową stałą sygnału wyjściowego. Kondensator C7 oraz rezystory R1 i R2 to zewnętrzne elementy układu poszerzania bazy sygnału stereofonicznego (3D). Układ jest

Tab. 1. Funkcje bitów rejestru sterującego w OM5610.

S.24 (MSB)	Start/stop szukania
D.23	Kierunek szukania 1- góra, 0- dół
M.22	Tryb mono/stereo 1-wymuszony tryb mono 0 -tryb stereo
B.21 B.20	Wybór zakresu
P0.19	Local/dx
P1.18	Nie używane (0)
S0.17 S1.16	Poziom czułości wyszukiwania stacji
15	(0)
F.14-F.0 (LSB)	Częstotliwość

sterowany poprzez magistralę IIC. Sygnał SDA podawany jest na jego nóżkę 18, a sygnał SCL na nóżkę 17. Stan wejść *ADD1* i *ADD2* określa adres interfejsu LM4832 w magistrali IIC. W naszym rozwiązaniu na obu tych wejściach jest poziom wysoki.

Mikrokontroler za pomocą magistrali może programować osiem rejestrów sterujących pracą układu. Pierwszy z nich to *Input Volume Control*. Wartość wpisana do tego rejestru określa tłumienie wzmacniaczy wstępnych, w zakresie od 0dB do -14dB z krokiem 2dB, jednocześnie dla obu kanałów. Można więc dobrać czułość wejściową układu w dość szerokich granicach. Następne dwa rejestry zawierają wartości regulujące tony niskie i tony wysokie. Za pomocą rejestrów *Right Output Volume* i *Left Output Volume* jest regulowana siła głosu, w każdym kanale oddzielnie. Dwa następne: *Mic Input and Gain* oraz *Microp-hone Volume* są przeznaczone do regulacji toru mikrofonu. Ta część LM4832 nie jest wykorzystywana w układzie, więc nie będziemy się nią zajmować. Ostatni rejestr *General Control* steruje pozostałymi istotnymi parametrami układu. Można za jego pomocą wprowadzić LM4832 w stan czuwania z bardzo ograniczonym poborem mocy, sterować stanem dodatkowego wyjścia *GPO*, włączać i wyłączać efekt poszerzenia bazy stereo (3D), wymuszać pracę monofoniczną lub udostępniać zewnętrzne dołączanie regulatorów (korektorów) barwy tonów. Wewnętrzna regulacja barwy wtedy nie działa. Procesor LM4832 ma wbudowany wewnętrzny układ zerowania po włączeniu zasilania, można go też zerować za pomocą wejścia *reset*. Po wyzerowaniu wszystkie rejestry przyjmują wartości domyślne. Program sterujący musi w procesie inicjalizacji odpowiednio do potrzeb zaprogramować układ. Dokładny opis wszystkich rejestrów i sposobu ich programowania można znaleźć w materiałach firmowych National Semiconductor (zamieszczone także na CD-EP6/2001B).

Wejściowe sygnały m.c.z. są wyprowadzone poprzez gniazda typu cinch wlotowane bezpośrednio w płytke, natomiast sygnały

wyjściowe podłączone są do złączy śrubowych również wlotowanych w płytke.

Do omówienia pozostał jeszcze blok klawiatury, którego schemat elektryczny pokazano na rys. 3. Klawiatura ma 16 klawiszy zorganizowanych w dwie kolumny po 8 klawiszy. Dwanaście klawiszy przeznaczonych jest do wyboru zaprogramowanych stacji, a pozostałe cztery są klawiszami funkcyjnymi.

Po włączeniu zasilania pierwszą czynnością, jaką wykonuje mikrokontroler, jest inicjalizacja licznika T1 oraz wyświetlacza LCD. Następnie wykonywana jest procedura odczytywania z pamięci EEPROM ostatnich ustawień: numeru ostatnio odbieranego programu, numeru ostatnio wywoływanej funkcji, poziomu głośności kanału lewego i prawego, ustawień tonów niskich i wysokich. Odczytywane są też parametry pracy dekodera RDS (aktywacja RDS i rodzaj wyświetlanej informacji). Procedura ta ma wbudowany mechanizm sprawdzania, czy w pamięci EEPROM były już zapisane jakieś wartości, czy też pamięć ta nie była zapisywana przez program. Ten ostatni przypadek występuje przy pierwszym uruchomieniu urządzenia lub po wymianie pamięci EEPROM. Jeżeli tak jest, to do pamięci EEPROM zostaną wpisane wartości domyślne: wszystkie programy zostaną zaprogramowane na częstotliwość 98MHz (środek pasma FM), ostatnio odbierany program o numerze 1, ostatnio wywołwana funkcja o numerze 1, poziom głośności w obu kanałach -10dB oraz płaska charakterystyka przenoszonych częstotliwości. Dzięki temu mogą być uproszczone procedury usta-

Tab. 2. Sygnalizacja stanów tunera OM5610 za pomocą wyjścia STEREO.

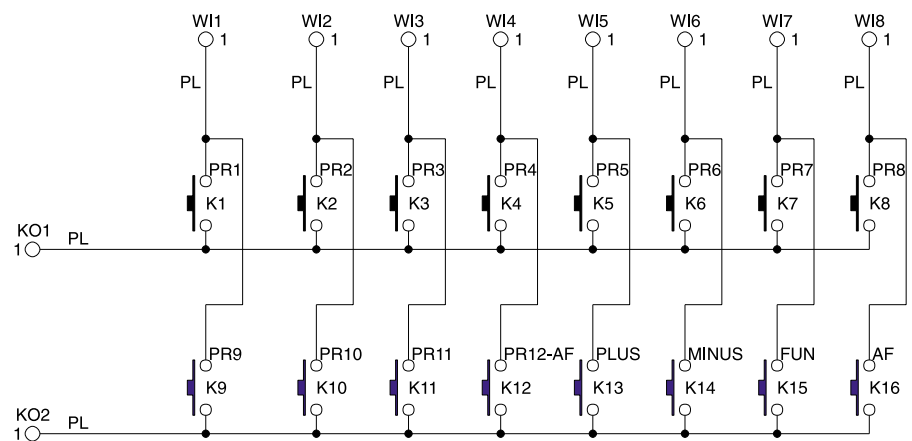
CLCK	STEREO	
0	0	Dekoder odbiera program stereo
0	1	Dekoder odbiera program mono
1	0	Tuner dostrojony
1	1	Tuner nie dostrojony

wiania tych parametrów, ponieważ nie muszą sprawdzać i korygować niedozwolonych ustawień.

Proces inicjalizacji kończy zaprogramowanie preprocesora RDS i program przechodzi do pętli głównej. Z pamięci EEPROM jest odczytywany i wyświetlany w górnym wierszu numer ostatnio odbieranego programu oraz odpowiadająca mu częstotliwość. Poza tym odczytywana jest informacja o trybie *mono/stereo* i *local/dx*. Te dwie ostatnie informacje oraz częstotliwość pozwalają na skompletowanie słowa o długości 25 bitów. Następnie to słowo jest przesyłane za pomocą trójprzewodowego interfejsu do modułu OM5610. Moduł OM5610 był już dokładnie opisywany przy prezentacji tunera AVT-900, dlatego przypomnę tutaj tylko najistotniejsze informacje.

Zapisywanie do modułu jest możliwe przy wysokim poziomie sygnału *WREN*. Aby zapisać cały rejestr, potrzebnych jest 25 impulsów zegarowych, przy czym pierwszy wpisywany jest bit najbardziej znaczący. Wpisywanie bitu do rejestru następuje przy narastającym zboczku sygnału *CLCK*.

Poziom niski na *WREN* umożliwia odczytywanie rejestru. Do odczytania całego rejestru potrzebnych jest 24 impulsów zegarowych, ponieważ najbardziej zna-



Rys. 3. Schemat elektryczny bloku klawiatury.

czący bit jest wystawiany na linię *DATA* po zmianie poziomu *WREN* na niski (nie potrzeba impulsu zegarowego, aby pojawił się na linii *DATA*). Przebiegi cyklu zapisu i odczytu można znaleźć w materiałach firmy Philips lub w opisie AVT-900 (EP8/2000).

W **tab. 1** zestawiono funkcje poszczególnych bitów w rejestrze sterującym modułu OM5610.

Mikrokontroler sterujący modułem musi zapewniać dwa tryby ustawiania częstotliwości. Tryb pierwszy (*preset*) to dostrojenie modułu do wartości częstotliwości wpisanej na pozycjach F.14..F.0. W tym trybie, oprócz częstotliwości, trzeba jeszcze odpowiednio ustawić bity M.22 oraz wybrać tryb *local/dx*. Na bitach B21, B20 muszą być obowiązkowo zera (zakres FM). Pozostaje jeszcze bit S.24 - dla trybu *preset* musi on być wyzerowany.

Drugi tryb strojenia (*search*) używany jest do automatycznego wyszukiwania stacji. Bit S.24 musi być ustawiony na 1. Oprócz tego bit D.23 określa kierunek szukania stacji - w górę lub w dół od wartości częstotliwości określonej na bitach F.14..F.0. Oczywiście bity pasma muszą być wyzerowane, muszą być także odpowiednio ustawione bity S0.17 i S1.16. Określają one poziom sygnału, przy którym układ identyfikuje odebrany sygnał jako sygnał znalezionej stacji. Po znalezieniu stacji bit S.24 jest zerowany i jest to sygnał dla mikrokontrolera, że można odczytać wartość znalezionej częstotliwości. W opisywanym amplitunerze są wykorzystywane obydwa tryby i będzie jeszcze okazja, aby o tym wspomnieć przy omawianiu poszczególnych funkcji strojenia.

Interfejs modułu ma, oprócz trzech sygnałów *WREN*, *CLCK* i *DATA*, jeszcze czwarty sygnał - *STEREO*. Wykorzystywany jest on do sygnalizacji dostrojenia tunera do stacji oraz trybu pracy dekodera stereo. Znaczenie stanów logicznych na tym wyjściu podano w **tab. 2**.

Sygnalizacja stanu tunera OM5610 za pomocą stanów logicznych na wyjściu *STEREO* jest wykorzystywana w amplitunerze. Po odczytaniu danych z pamięci EEPROM, skompletowaniu rejest-

## WYKAZ ELEMENTÓW

### Płytki sterownika

#### Rezystory

R1, R2, R7: 1kΩ  
R3, R5, R6, R10..R13: 10kΩ  
R4: 22kΩ  
R8, R9: 10Ω  
Po: potencjometr 4,7kΩ

#### Kondensatory

C1, C2: 33pF  
C3, C10: 2,2μF/16V  
C4: 47pF  
C5: 82pF  
C6, C8, C15..C18: 100nF  
C7: 560pF  
C9: 330pF  
C12: 2200μF/25V  
C13: 10μF/16V  
C14: 1μF/35V

#### Półprzewodniki

U1: AT89C52  
U2: SAA6588  
U3: PCF8582  
U5: 7812  
U6: 7805

Wyświetlacz LCD 2x20 znaków

#### Różne

X1: rezonator kwarcowy 12MHz  
X2: rezonator kwarcowy 8,664MHz  
Moduł FM OM5610  
Płytki drukowane  
Podstawki 20 nóżek i 40 nóżek  
Podstawka do OM5610  
Złącza gniazda pojedyncze do druku typu cinch 2 szt.

### Płytki audio

#### Rezystory

R1: 680kΩ  
R2: 20kΩ

#### Kondensatory

C1, C1', C2, C2': 470nF  
C3..C6: 8,2nF

C7, C8, C13: 100nF  
C9, C10: 470μF/16V  
C11: 47μF/16V  
C12: 1μF/35V

#### Półprzewodniki

U1: LM4832

#### Różne

Płytki drukowane  
Podstawka 28 nóżek  
Złącza gniazda pojedyncze do druku typu cinch 2 szt.  
Złącza śrubowe ARK2 2 szt.

### Płytki klawiatury

Przyciski μswitch 16szt.  
Płytki drukowane

### Płytki wzmacniacza mocy

#### Rezystory

R1, R3, R7, R9: 1kΩ  
R2, R8: 47kΩ  
R4, R12: 20kΩ  
R5, R11: 10Ω/0,5W  
R6, R13: 4,7Ω

#### Kondensatory

C1, C1', C7, C7': 470nF  
C2..C5, C8, C10, C11, C17, C18: 100nF/100V  
C3, C6, C9, C12: 100μF/63V  
C13, C14: 10μF/63V (nie elektrolityczne)  
C15, C16: 6800μF/50V

#### Półprzewodniki

U1: LM1876  
Mostek prostowniczy 4A/100V

#### Różne

Płytki drukowane  
Złącza gniazda pojedyncze do druku typu cinch 2 szt.  
Złącza śrubowe podwójne 4 szt.  
Radiator

ru i wpisaniu go do modułu, program w pętli głównej czeka na przyciśnięcie jakiegoś klawisza i jednocześnie wywoływana jest cyklicznie procedura testowania sygnału *STEREO* przy *CLCK* równym 0 oraz 1. Jeżeli tuner jest dostrojony do stacji, to przy numerze stacji pojawiają się symbole np. ->03<- (dla programu o numerze 3), jeżeli nie jest dostrojony to <-03->. Jeżeli dekodery stereo prawidłowo zidentyfikuje sygnał pilota stereo, to na wyświetlaczu w górnej linijce pojawi się napis *Stereo*, w przeciwnym przypadku będzie to napis *Mono*.

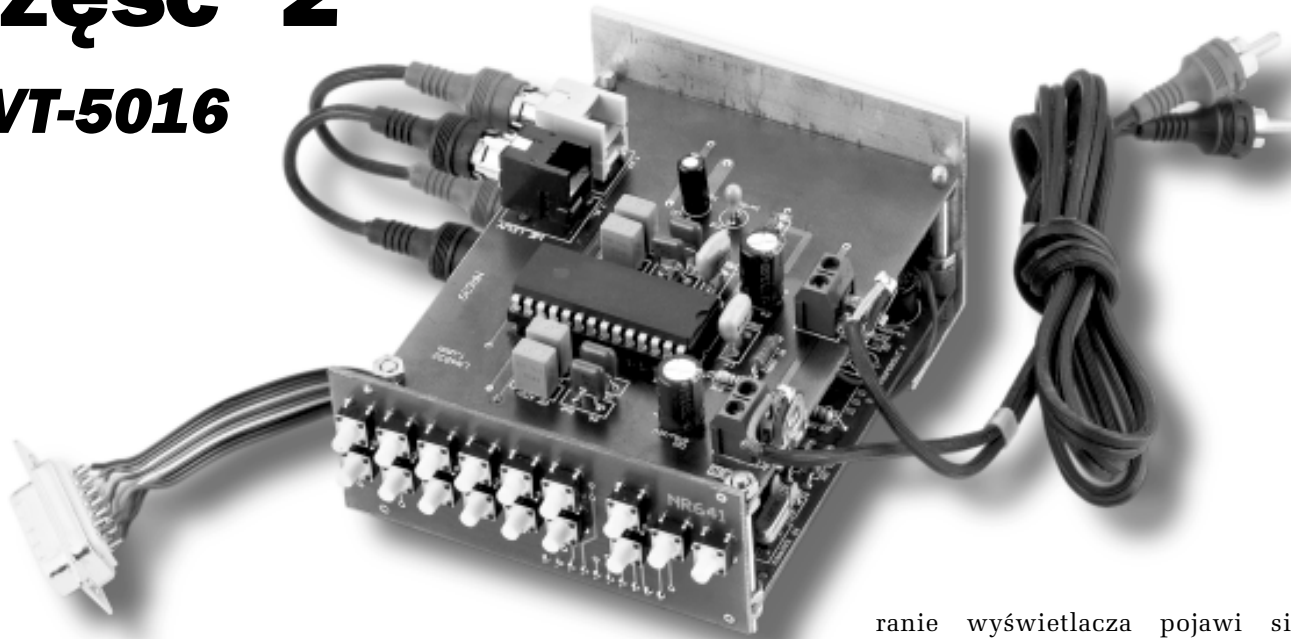
Po wpisaniu informacji do OM5610 program czeka na przyciśnięcie jakiegoś klawisza. Jeżeli dla odbieranego programu ustawiona jest aktywacja RDS, to w dolnej linijce wyświetlacza pojawi się informacja RDS (*Pname* lub *radiotext* zależnie od zaprogramowania).

**Tomasz Jabłoński, AVT**  
[tomasz.jablonski@ep.com.pl](mailto:tomasz.jablonski@ep.com.pl)

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/?pdf/czerwiec01.htm> oraz na płycie CD-EP06/2001B w katalogu PCB.

# Amplituner FM z RDS, część 2

## AVT-5016



*W drugiej części artykułu zdradzamy resztę tajemnic konstrukcji amplitunera oraz opisujemy szczegółowo sposób jego obsługi.*

Doszliśmy z opisem do momentu, w którym należy rozstrzygnąć jak całe urządzenie będzie obsługiwane. W trakcie normalnej pracy najczęściej wykonywaną czynnością jest zmiana programu i regulacja siły głosu. Klawiatura umożliwia wybranie, za pomocą 12 przycisków, 12 wcześniej zaprogramowanych stacji. Oczywiście w dużych miastach stacji tych może być w paśmie FM więcej, ale chyba mało kto ma więcej niż kilka ulubionych i 12 komórek powinno w zupełności wystarczyć. Trzeba tutaj pamiętać, że ustawienia dotyczące programu nr 12 mogą być zmienione przez funkcję wyszukiwania stacji za pomocą listy alternatywnych częstotliwości przesyłanych a systemie RDS - będzie o tym mowa w dalszej części artykułu.

### Obsługa tunera

Funkcję wyszukiwania uruchamia się przyciśnięciem szesnastego klawisza *AF*. Siłę głosu reguluje się dwoma klawiszami oznaczonymi „+” (głośniej) i „-” (ciszej). Wszystkie ustawienia dostępne są po naciśnięciu klawisza funkcyjnego „F”.

Po włączeniu zasilania i wykonaniu przez mikrokontroler wyżej opisanych czynności, na ek-

ranie wyświetlacza pojawi się w górnym wierszu napis (menu główne)

->03<- 107.0MHz Stereo  
co oznacza, że został wybrany program nr 3 z dostrojeniem do stacji nadającej na częstotliwości 107,0MHz, a odbierany program jest stereofoniczny. Dolnym wiersz wyświetlacza przeznaczony jest na wyświetlanie informacji RDS zgodnie z wcześniejszym zaprogramowaniem funkcji RDS. Za pomocą 12 klawiszy możemy teraz zmieniać programy, a klawiszami „+” lub „-” regulować siłę głosu. Regulacja ta będzie opisana przy okazji opisywania funkcji *WZMACNIACZ*.

Przez wciśnięcie klawisza *F* wchodzimy do menu wyboru funkcji amplitunera. Do wyboru mamy cztery funkcje:

- *RECZNIE* - ręczne ustawienie częstotliwości odbieranych stacji. Funkcja przydatna w przypadku, kiedy znana jest częstotliwość szukanej stacji.
- *AUTOMATYCZNIE* - automatyczne wyszukiwanie stacji
- *RDS* - ustawianie parametrów dekodera RDS.
- *WZMACNIACZ* - ustawianie parametrów toru audio.

Po przyciśnięciu klawisza *F* na wyświetlaczu pojawia się nazwa ostatnio wywoływanej funkcji np.: *AUTOMAT. (+, -, F)*

Wówczas klawiszem „+” lub „-” wybieramy odpowiednią funkcję, a po ponownym przyciśnięciu klawisza *F* zostanie wywołana funkcja, której nazwa jest aktualnie wyświetlana. Po wybraniu funkcji *RECZNIE* i przyciśnięciu klawisza *F*, na wyświetlaczu pojawi się napis:

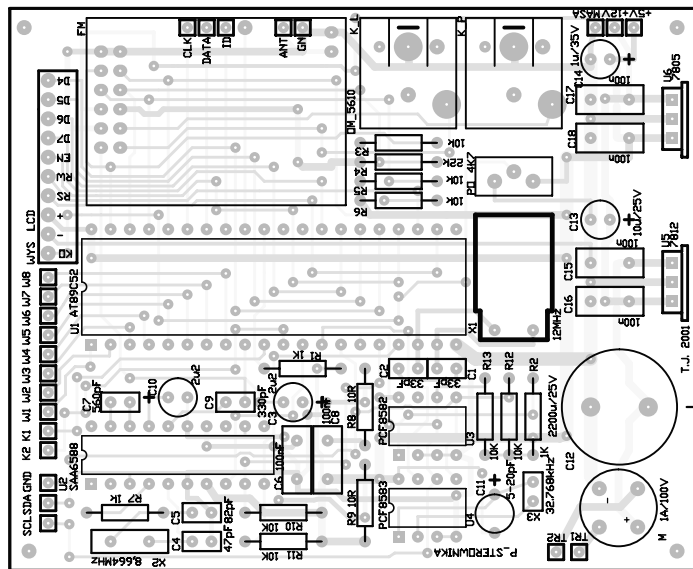
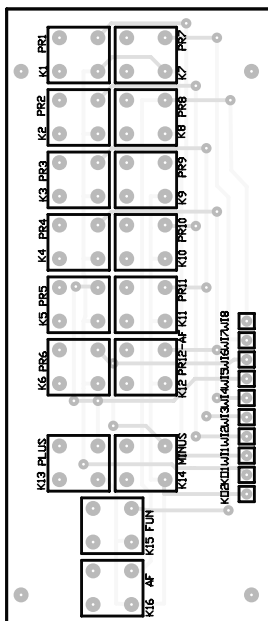
Nr. Programu <03>  
Wybor (+, -) Akcept. (F)

Zawsze jest wyświetlany numer programu ostatnio odbieranego. Klawiszami „+” i „-” można sekwencyjnie ustawić jeden z 12 programów, a wybrany program akceptuje się klawiszem *F*. Po takim zaakceptowaniu wyświetlana jest informacja:

PROGRAM <03> 107,0MHz  
Ust. f (+, -) Akcept. (F)

Wyświetlana częstotliwość odpowiada częstotliwości odbieranego programu przed wybraniem funkcji *RECZNIE*. Klawiszami „+” i „-” ustawia się teraz żadaną częstotliwość. Procedura obsługi klawiatury ma wbudowany mechanizm powtarzania kodu klawisza, jeżeli jest on dłużej przyciśnięty. Czas, po którym cyklicznie jest generowany ten kod, jest definiowany programowo przed wywołaniem funkcji czekania na kod klawisza. Ta właściwość została wykorzystana przy ustawianiu częstotliwości - wystarczy nacisnąć i odpowiednio długo przytrzymać klawisz „+” lub „-”, a częstotliwość będzie się automatycznie zmieniała z krokiem co 100kHz. Jeżeli częstotliwość rośnie i osiągnie wartość 108,0MHz, to dalsze przyciskanie klawisza + spowoduje ustawienie 87,5MHz i wartość ta będzie znowu narastać. Podobnie przy zmniejszaniu wartości częstotliwości, po osiągnięciu 87,5MHz ustawi się wartość 108,0MHz i dalej będzie maleć. W trakcie ustawiania częstotliwości, po każdej zmianie wartości jest ona wpisywana do modułu w trybie *preset* i można słuchowo stwierdzić poprawność dostrojenia do stacji. Po ustawieniu żądanej wartości trzeba przycisnąć klawisz *F* i nastąpi wejście do ustawienia trybu *mono/stereo*.

USTAW MONO/STEREO



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce sterownika i klawiatury.

St (+, -, F)

Przyciskanie klawiszy „+” lub „-” cyklicznie ustawia tryb *stereo* (bit M.22=0 w rejestrze OM5610) lub wymuszenie trybu monofonicznego (M.22=1). Klawisz *F* akceptuje ustawienie i na wyświetlaczu pojawia się napis:

USTAW LOCAL/DX  
Dx (+, -, F)

Podobnie jak wyżej, klawiszami „+” lub „-” ustawiany jest tryb *local* lub *DX* (bit P0.19), a klawiszem *F* akceptujemy ustawienie. W tym momencie, na podstawie ustawionych wartości kompletowane jest 25-bitowe słowo i wywoływana jest procedura wpisania go do rejestru modułu OM5610 w trybie *preset* oraz wszystkie ustawienia zapisywane są w pamięci EEPROM. Na wyświetlaczu pojawia się wówczas komunikat:

(F)nast. (+, -) koniec

Po przyciśnięciu klawisza *F* następuje powrót do ustawiania numeru nowego programu oraz jego częstotliwości i pozostałych parametrów. Naciśnięcie klawisza „+” lub „-” kończy tę funkcję i program powraca do menu głównego. Odbierany jest wtedy ostatnio zaprogramowany program.

Po wybraniu funkcji *AUTOMATYCZNIE* na ekranie pojawi się np. napis:

Nr. Programu <07>  
Wybor (+, -) Akcept. (F)

Tak jak w przypadku funkcji ręcznego ustawiania częstotliwości,

numer programu wybiera się klawiszami „+” lub „-”, a wybraną wartość akceptuje klawiszem *F*. Na ekranie wyświetlana jest wartość częstotliwości odpowiadająca wybranemu numerowi programu (odczytana z pamięci EEPROM) np.:

PROGRAM <07> 103.2MHz  
Gora (+) dol (-)

Klawiszami „+” lub „-” wybierany jest kierunek szukania, począwszy od wyświetlanej częstotliwości. Po naciśnięciu któregoś z tych klawiszy na ekranie pojawi się w górnej linijce napis:

PROGRAM <07> -. -MHz

W tym czasie do modułu zostanie wpisana częstotliwość, odpowiednio ustawiony bit D.23 określający kierunek szukania, oraz S.24=1. W ten sposób zostanie uaktywniony tryb *search* i moduł szuka stacji. Po wyzerowaniu przez OM5610 bitu S.24 (sygnalizacja zakończenia szukania) na ekranie pojawi się np.:

PROGRAM <07> 104.5MHz  
(F) zapisz (+) g (-) d

Przyciśnięcie klawisza „+” lub „-” powoduje powrót do operacji szukania stacji i ponowne wyświetlanie

PROGRAM <07> -. -MHz

Po przyciśnięciu klawisza *F* program wchodzi w fazę zapisywania wartości częstotliwości znalezionej stacji. Jednak przed tym należy ustawić tryb *mono/stereo* i *local/dx*. Postępowanie przy tych ustawieniach jest identyczne jak

w przypadku ustawiania ręcznego. Po zakończeniu całego cyklu zapisu częstotliwości stacji na ekranie pojawia się napis:

(F) zapisz(+,-)nast.

Naciśnięcie klawisza „+“ lub „-“ powoduje powrót do ustawiania nowego numeru programu i następnie jego częstotliwości, natomiast wciśnięcie klawisza *F* kończy wykonywanie funkcji i powrót do menu głównego.

Dla każdej zaprogramowanej stacji można ustawić parametry pracy dekodera RDS. Zdarza się, że poziom sygnału stacji, której chcemy posłuchać jest zbyt mały, aby dekodery RDS pracował poprawnie. Przekłamanie lub wyświetlanie informacji niekompletnej nie wygląda zbyt dobrze. Powinno być zatem możliwość wyłączenia wyświetlania informacji RDS-u dla każdej z zaprogramowanych stacji. Taka możliwość przyda się też w przypadku, kiedy serwis informacyjny RDS stacji nie przypadnie nam do gustu. Do wyświetlania informacji RDS przeznaczona jest jedna dolna linijka wyświetlacza. W danym momencie można wyświetlać *Psname* lub *radiotext*. W naszym amplitunerze można dla każdej stacji oddzielnie zaprogramować wyświetlanie jednej z tych informacji. Do ustawiania opisywanych parametrów służy funkcja RDS. Po wywołaniu tej funkcji możliwe jest programowanie RDS-u tylko dla ostatnio wybranej stacji. Wybieramy więc stację, wywołujemy funkcję RDS, ustawiamy parametry - program wraca do pętli głównej. Można wtedy zobaczyć efekt ustawień i jeżeli jest zadowalający, to można wybrać następny program. Jeżeli trzeba coś zmienić, to z tym samym programem wybieramy ponownie funkcję RDS. Po jej wybraniu na ekranie pojawi się aktywacja RDS

RDS tak (+,-,F)

Przyciskanie klawiszy „+“ lub „-“ zmienia ustawienia na *tak* lub *nie*. Klawiszem *F* akceptuje się ustawioną wartość i program przechodzi do ustawiania rodzaju wyświetlanej informacji:

USTAW *Psname*/RTXT

*Psname* (+,-, F)

Tutaj, podobnie jak wyżej, naciśnięcie klawiszy „+“ lub „-“ zmienia ustawienia na *Psname*

lub *radiotext*, a przyciśnięcie klawisza *F* powoduje zapisanie ustawień w komórce pamięci EEPROM odpowiadającej ustawionemu programowi i zakończenie funkcji RDS.

Ostatnią funkcją możliwą do wybrania z menu funkcji jest *WZMACNIACZ*. Możliwe jest tutaj ustawienie różnicy pomiędzy głośnością kanału lewego i prawego, czyli balansu oraz regulacja barwy tonów niskich i wysokich. Po wywołaniu tej funkcji na ekranie pojawi się napis:

siła głosu L (+,-,F)  
-18dB

wyświetlana wartość jest odczytywana z pamięci EEPROM i po ustawieniu ponownie tam zapisywana. Ustawienia dokonuje się oczywiście klawiszami „+“ lub „-“. Najlepiej jest przycisnąć klawisz i przytrzymać, a wartość będzie się automatycznie zmieniać. Siłę głosu można ustawiać od poziomu *mute* do poziomu +20dB, z krokiem 2dB. Ustawioną wartość akceptuje się klawiszem *F* i wtedy można ustawić poziom głośności w kanale prawym (analogicznie jak w lewym):

siła głosu R (+,-,F)  
-18dB

Ustawianie siły głosu w obu kanałach za pomocą funkcji *WZMACNIACZ* oczywiście nie służy do regulacji głośności odbieranych audycji. Byłoby to bardzo uciążliwe. Funkcja ta ma za zadanie ustawienie różnego (lub takiego samego) poziomu głośności w obu kanałach. Jest więc odpowiednikiem regulacji balansu kanału prawego i lewego. Jeżeli ustawimy w kanale lewym -10dB, a w kanale prawym -6dB, to przy regulacji siły głosu (o tym za chwilę) zawsze w kanale prawym siła głosu będzie miała wartość większą o 4dB.

W trakcie odbierania programu (menu główne) regulację siły głosu przeprowadza się za pomocą klawiszy „+“ lub „-“. Przyciśnięcie któregoś z tych klawiszy po-

woduje zniknięcie numeru programu i częstotliwości stacji, a na wyświetlaczu pojawia się np.:

siła głosu (+,-)

L-18dB R-18dB

Przytrzymanie klawisza powoduje, że ustawienia będą się automatycznie i współbieżnie w obu kanałach zmieniać. Puszczanie klawisza i nie przyciskanie go przez ok. 1s spowoduje zakończenie czynności ustawiania głośności. Ustawione wartości są zapisywane w pamięci EEPROM, a program wraca do menu głównego.

Wróćmy jednak do omawiania funkcji *WZMACNIACZ*. Po wyregulowaniu głośności w kanale prawym i przyciśnięciu klawisza *F* przechodzimy do regulacji wzmocnienia dla tonów niskich

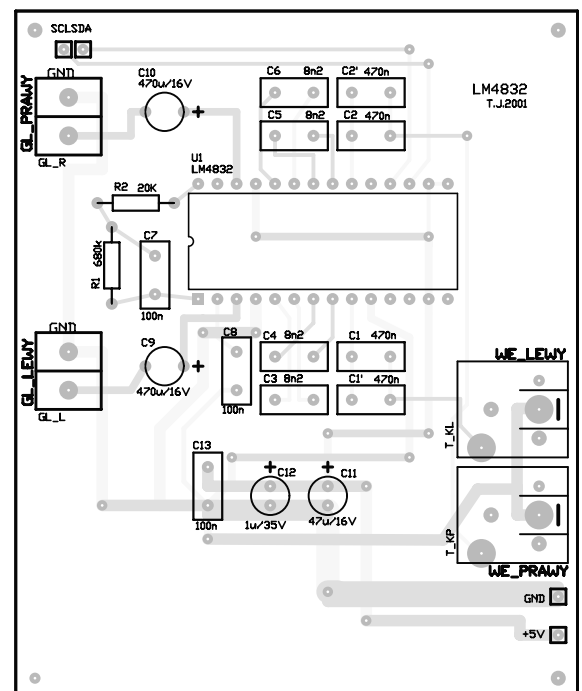
tony niskie (+,-F)

flat

Zakres regulacji barwy tonów zawiera się w granicach od -12dB do +12dB i można go regulować z krokiem 2dB. Poziom 0dB odpowiada płaskiej charakterystyce i przy takim ustawieniu wyświetlany jest napis *flat*. Regulacja, tak jak w przypadku siły głosu, odbywa się za pomocą klawiszy „+“ lub „-“, a akceptacja ustawionej wartości za pomocą klawisza *F*. Następnie można w ten sam sposób wyregulować tony wysokie:

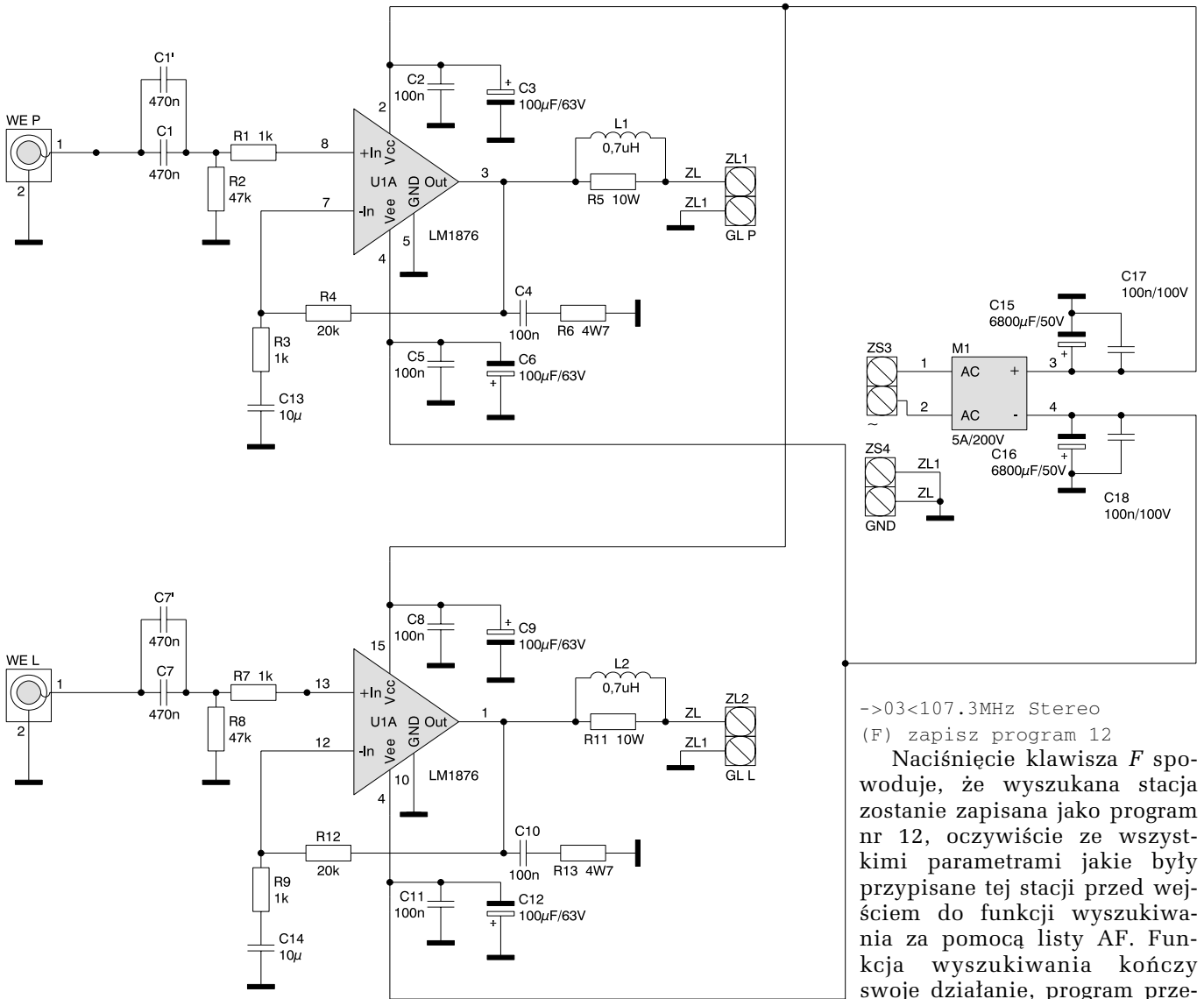
tony wysokie (+,-F)

+2dB



Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej wzmacniacza m.c.





Rys. 6. Schemat elektryczny końcówki mocy.

i po przyciśnięciu klawisza *F* funkcja *WZMACNIACZ* kończy swoje działanie, a wszystkie ustawienia są zapisywane w pamięci EEPROM.

Pozostała nam jeszcze do opisanie funkcja automatycznego wyszukiwania stacji za pomocą przesyłanej w systemie RDS listy alternatywnych częstotliwości (AF). Dekoder RDS-u odczytuje z każdego bloku C grupy 0A dwa bajty zakodowanych wartości częstotliwości i odpowiednio kompletuje listę AF. Ten proces był dokładnie opisywany przy okazji prezentacji uniwersalnego dekodera RDS (EP12/2000 i EP1/2001). Przyciśnięcie klawisza *AF* w momencie, kiedy jest odbierany program (menu główne) powoduje wejście w procedurę automatycznego wyszukiwania innych częstotliwości z listy AF. Oczywiście warunkiem

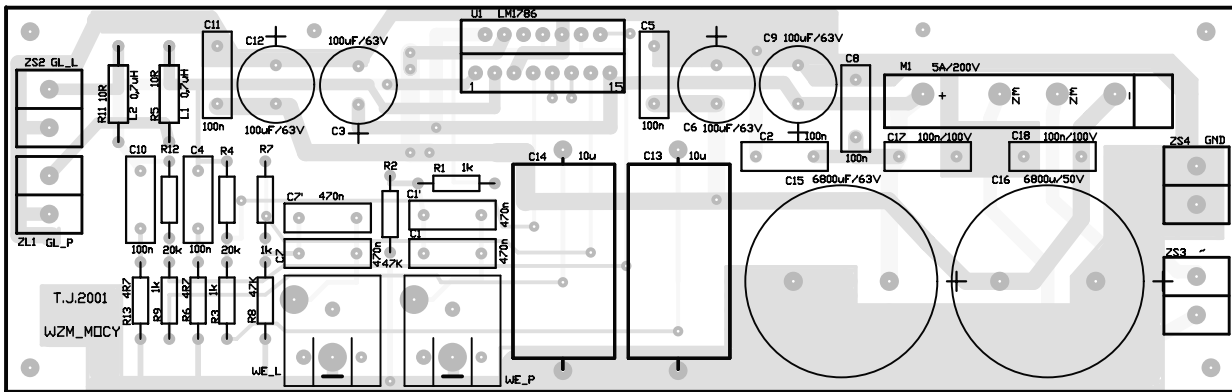
jest aktywacja RDS dla odbieranej stacji i prawidłowe skompletowanie całej listy. W przeciwnym przypadku funkcja ta się nie wykona. Trzeba tu jeszcze pamiętać o tym, że przy słabym, zanikającym sygnale lista, tak jak inne odbierane informacje, może być przekłamana i wyszukiwanie może się nie powieść. Po naciśnięciu *AF* na ekranie wyświetlacza pojawi się np.:  
->03<- -.MHz Stereo  
alternatywne czest.

Z listy AF pobierane są kolejno wartości częstotliwości i wpisywane do OM5610 w trybie *preset*. Jeżeli po wpisaniu częstotliwości zostanie spełniony warunek dostrojenia (CLCK=1 i STEREO=0), to proces wpisywania z listy AF zostaje zatrzymany i na wyświetlaczu pojawia się ta właśnie wartość częstotliwości np.:

->03<107.3MHz Stereo  
(F) zapisz program 12

Naciśnięcie klawisza *F* spowoduje, że wyszukana stacja zostanie zapisana jako program nr 12, oczywiście ze wszystkimi parametrami jakie były przypisane tej stacji przed wejściem do funkcji wyszukiwania za pomocą listy AF. Funkcja wyszukiwania kończy swoje działanie, program przechodzi do menu głównego i odbierany jest program nr 12.

Przyciśnięcie klawisza *AF* powoduje wznowienie szukania z listy AF. Jeżeli zostaną sprawdzone wszystkie wartości częstotliwości i nie została wykonana operacja zapisu do programu nr 12 (lub żadna częstotliwość nie spełniała kryterium dostrojenia), to następuje wyjście z procedury automatycznego wyszukiwania. Żadna ze znalezionych częstotliwości alternatywnych nie jest zapamiętywana i w momencie zakończenia wyszukiwania tuner zostanie dostrojony do częstotliwości ustalonej przed wywołaniem szukania AF. Przy używaniu wyszukiwania AF należy się liczyć z tym, że na liście mogą się znaleźć częstotliwości innych nadawców i tuner dostroi się do innego programu niż chcielibyśmy. Aby uniknąć takiej sytuacji należałoby sprawdzać, oprócz warunku



Rys. 7. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej wzmacniacza mocy.

dostrojenia, także warunek zgodności numerów stacji zakodowanych w słowie PI. W tym rozwiązaniu taki warunek nie jest sprawdzany. Trzeba też pamiętać, że lista AF jest tworzona na bieżąco i w przypadku kiedy poziom sygnału jest słaby i informacja RDS jest przekłamywana, to i lista AF może zawierać błędne częstotliwości.

### Montaż i uruchomienie

Montaż płytek drukowanych nie powinien sprawiać trudności. Pomocne będą schematy montażowe pokazane na rys. 4 i 5.

Na płytce sterownika układy U1 i U2 powinny być montowane w podstawkach. Dla modułu OM5610 też warto włutować coś w rodzaju podstawki. Najlepiej wykonać ją z listwy żeńskiej o rozstawie 2,54mm (pasuje do listwy tak zwanych goldpinów). Moduł jest montowany stroną swoich elementów do strony elementów płytki sterownika. Stabilizatory U5 i U6 powinny mieć zamontowany mały radiator. Połączenie płytki sterownika z płytą klawiatury można wykonać za pomocą kątowej listwy goldpinów (męskiej) również o rozstawie 2,54mm. Wyświetlacz łączmy za pomocą wiązki przewodów z odpowiednimi punktami lutowniczymi na płytce. Jako gniazda K\_L i K\_P należy zastosować gniazda typu cinch przystosowane do włutowania w druk. W tej wersji sterownika nie należy montować układu U4, rezonatora X3 i kondensatora C11. Jak już wspominałem, elementy te są przewidziane do przyszłych zastosowań.

W płytce klawiatury wszystkie przyciski muszą być włutowane od strony lutowania. Płytkę powinna być wykonana jako dwu-

stronna z metalizacją otworów. W przeciwnym przypadku mogą być problemy z montażem.

Montaż płytki toru audio też nie powinien sprawiać kłopotów. Płytki sterownika i toru audio mają takie same wymiary. Jeżeli je umieścimy jedna nad drugą, to się okaże, że wyjścia m.cz. z modułu OM5610 płytki sterownika są dokładnie pod wejściami toru m.cz. Tak samo jest z zasilaniem +5V, masą i sygnałami SDA i SCL do sterownika układem LM4832. Tak zaprojektowane płytki umożliwiają, po ich umieszczeniu jedna nad drugą, łatwe zrealizowanie połączeń między nimi. Można nawet spróbować zrezygnować ze złączy typu cinch, a sygnały audio połączyć bezpośrednio przewodami. W modelowym rozwiązaniu płytka audio została umieszczona nad płytką sterownika. Obie płytki zostały mechanicznie połączone za pomocą odcinków nagwintowanego pręta i nakrętek M3. Po przyłutowaniu płytki klawiatury za pomocą kątowej listwy goldpinów całość stanowi gotowy moduł.

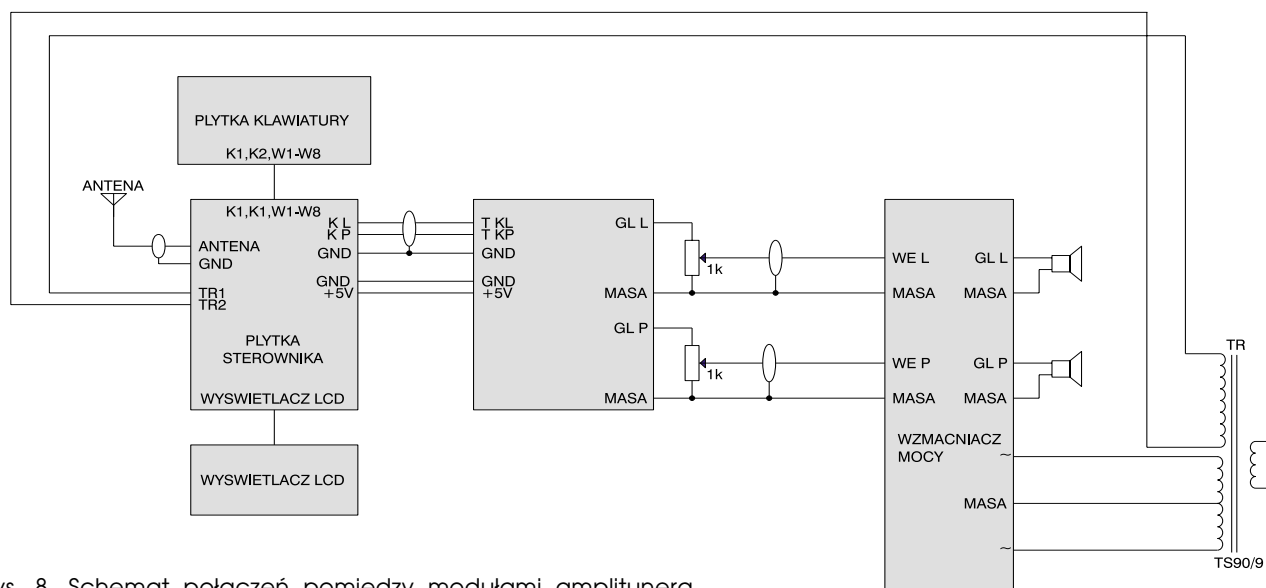
Tak oto mamy gotowy amplituner. Właśnie, miał być amplituner, a tu tylko 2x350mW! Choć poziom głośności i jakość dźwięku jest zaskakująco dobra, w wielu przypadkach dostępna moc na wyjściu może być jednak niewystarczająca.

### Końcówka mocy

Dlatego, aby urządzenie w pełni zasługiwało na swoją nazwę, do kompletu został zaprojektowany wzmacniacz mocy z układem LM1876 firmy National Semiconductor. Wzmacniacz ten jest sterowany z wyjść LM4832. Takie rozwiązanie jest zalecane przez Natio-

nal Semiconductor w przypadku, kiedy moc wyjściowa LM4832 jest nie wystarczająca. LM1876 może dostarczyć mocy ciągłej na poziomie 15..20W. Zwolennicy większych mocy mogą próbować podłączać inne wzmacniacze. Z wystereowaniem nie powinno być problemu. Może się okazać, że sygnał wyjściowy z LM4832 jest za duży i przesteruje wejście wzmacniacza mocy. Trzeba wtedy na wyjściu LM4832 zastosować dzielnik dopasowujący poziom sygnałów. Można to zrobić w sposób następujący: ustawić poziom głośności na wartość maksymalną, a z generatora m.cz. podać na wejście płytki audio sygnał o amplitudzie 160mV (poziom sygnał z modułu OM5610). Do wyjścia płytki audio trzeba podłączyć potencjometr np. 1kΩ, a z suwaka tego potencjometru podać sygnał na wejście wzmacniacza mocy. Wzmacniacz trzeba obciążyć rezystorami o odpowiedniej mocy i rezystancji np. 8Ω. Stopniowo zwiększać, kręcąc potencjometrem, poziom sygnału na wejściu wzmacniacza mocy, aż do momentu, kiedy na ekranie oscyloskopu dołączonego do wyjścia wzmacniacza mocy zaczną się pojawiać zniekształcenia (obcinanie wierzchołków sinusoidy). Można wówczas trochę zmniejszyć dla pewności poziom sygnału wejściowego. Trzeba pamiętać, aby poziomy sygnałów w obu kanałach były jednakowe. Po takiej regulacji najlepiej jest zmierzyć wartości rezystancji dzielnika potencjometru i dobrać rezystory stałe. W modelowym układzie suwaki potencjometrów są ustawione mniej więcej na połowie.

Schemat wzmacniacza został pokazany na rys. 6, a jego płytka drukowana na rys. 7. Również w tym przypadku montaż nie po-



Rys. 8. Schemat połączeń pomiędzy modułami amplitunera.

winien być trudny. Elementy L1 i L2 to kilka zwojów drutu o przekroju 0,75mm<sup>2</sup> nawiniętych bezpośrednio na rezystorach R5 i R11. Kondensatory C13 i C14 nie mogą być kondensatorami elektrolitycznymi, stąd na płytce zostało przewidziane dla nich dość dużo miejsca. Sygnały m.cz. kanału prawego i lewego podaje się do wzmacniacza za pomocą dwu gniazd typu cinch wlotowanych bezpośrednio do druku. Głośniki podłącza się do dwu złączy śrubowych. Układ LM1876 musi być oczywiście przykręcony do radiatora o odpowiedniej powierzchni. W modelowym rozwiązaniu radiator został przykręcony do płytki za pomocą dwóch kątowników. Przed przykręceniem układu do radiatora trzeba miejsca styku posmarować pastą silikonową. Na płytce drukowanej, oprócz układu wzmacniacza, jest umieszczony układ zasilania z mostkiem M1, kondensatorami elektrolitycznymi C15, C16 oraz blokującymi C17 i C18. Każde z napięć zasilających jest jeszcze dodatkowo blokowane parą kondensatorów 100μF i 100nF. Do zasilania płytki wzmacniacza wystarczy podać z transformatora (z odczepem pośrednim uzwojenia) napięcie przemienne o wartości ok. 36V na zaciski „~“. Środkowy odczep łączymy oczywiście do zacisku GND. Wyprostowane napięcie zasilające po obciążeniu wzmacniacza powinno mieć wartość ±22V. Nie należy przekraczać maksymalnej bezpiecznej dla ukła-

dów wartości napięcia ±32V. Schemat połączenia pomiędzy wszystkimi płytkami pokazano na **rys. 8**. Sygnały m.cz. powinny być prowadzone przewodami w ekranie. W modelowym układzie zastosowano transformator TS90/9. Ma on wszystkie potrzebne napięcia i odpowiednią moc.

Obsługa amplitunera nie powinna sprawiać kłopotów. Funkcje ręcznego i automatycznego strojenia pozwalają na szybkie i łatwe zaprogramowanie wszystkich stacji. Po ustawieniu parametrów pracy dekodera RDS i regulacji balansu oraz barwy tonu, urządzenie jest gotowe do pracy. Wydaje się, że przyjęta koncepcja bezpośredniego wybierania programów i regulacji siły głosu też się sprawdza. Wszystkie inne regulacje i ustawienia, które nie są wykonywane często, są ukryte w menu funkcyjnym. Program jest tak napisany, aby wszystkie czynności mogły być wykonywane bez zaglądania do opisu, czy instrukcji obsługi (przynajmniej w założeniu).

Dość istotnym ograniczeniem dla przygotowywanego programu sterującego okazała się zbyt mała pojemność pamięci programu mikrokontrolera. Z tego powodu zrezygnowałem z funkcji płynnego wyświetlania radiotekstu, tak jak to zostało zrobione w uniwersalnym dekodere RDS. Zastosowana została tu procedura dużo prostsza, ale myślę, że dobrze spełniająca swoją rolę. Z tego samego powodu zrezygnowałem z automatycznego włączania funkcji KONTUR przy ma-

łym poziomie głośności i zapamiętywaniu poziomu głośności dla każdego programu indywidualnie.

### Możliwości rozbudowy

Na zakończenie jeszcze kilka słów o możliwościach rozwojowych amplitunera. Na płytce sterownika są wyprowadzone trzy sygnały *CLK*, *DATA* oraz *ID* (linie portu P0). Jest to kolejna magistrala do sterowania układem LMC1983 firmy National Semiconductor. Urządzenie zostało celowo podzielone na bloki montowane na oddzielnych płytkach: sterownika oraz toru audio, aby można było - oczywiście po zmianie programu sterującego - podłączyć inne układy niż LM4832. Układ LMC1983 to trójwejściowy przedwzmacniacz z elektronicznym przełącznikiem aktywnego wejścia, regulacją siły głosu, barwy tonu, oraz układem kontur. Można wtedy dołączyć, oprócz sygnału z modułu OM5610, inne jeszcze sygnały audio, a tym samym całość stanie się bardziej uniwersalna.

Można również dodać funkcję zegara czasu rzeczywistego. W wersji z dekodere RDS taka funkcja nie jest konieczna, ponieważ w serwisach RDS nadawcy często przesyłają dane o aktualnym czasie.  
**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/lipiec01.htm> oraz na płycie CD-EP07/2001B w katalogu PCB.