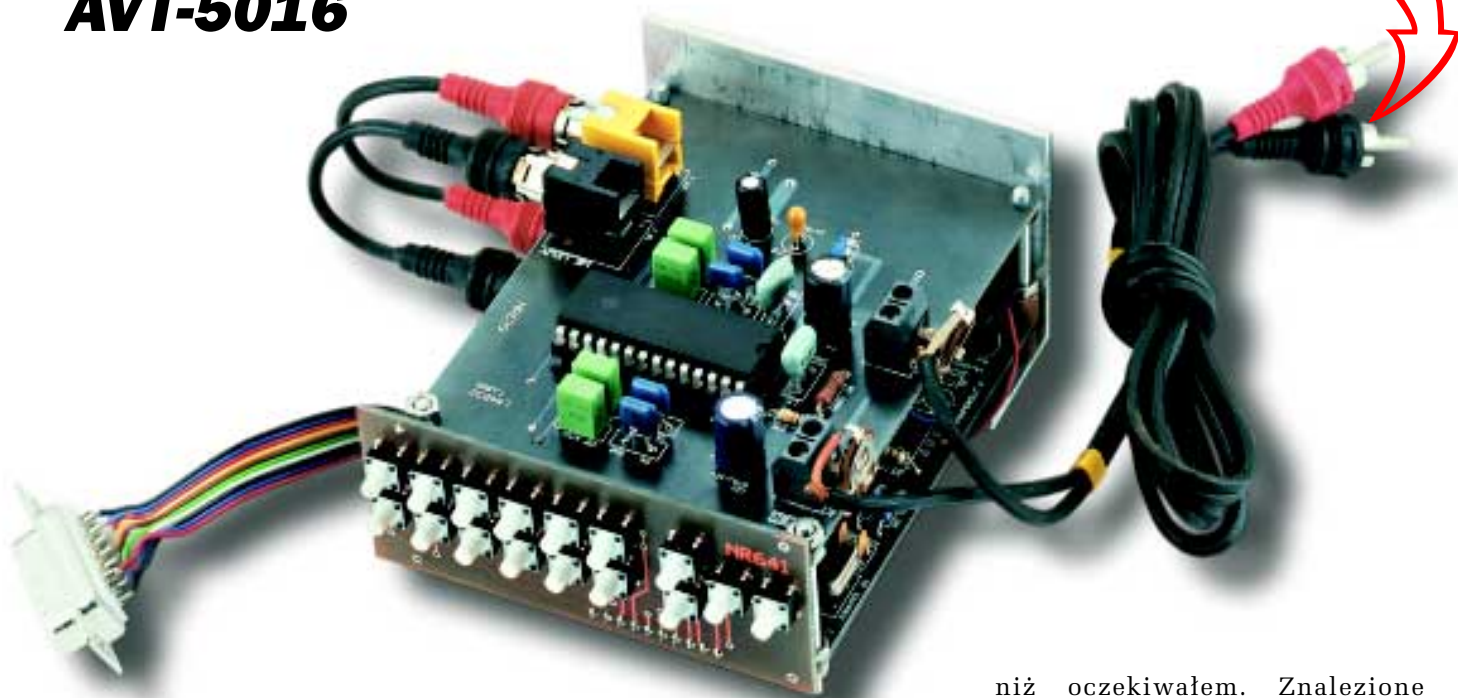


Amplituner FM z RDS

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.

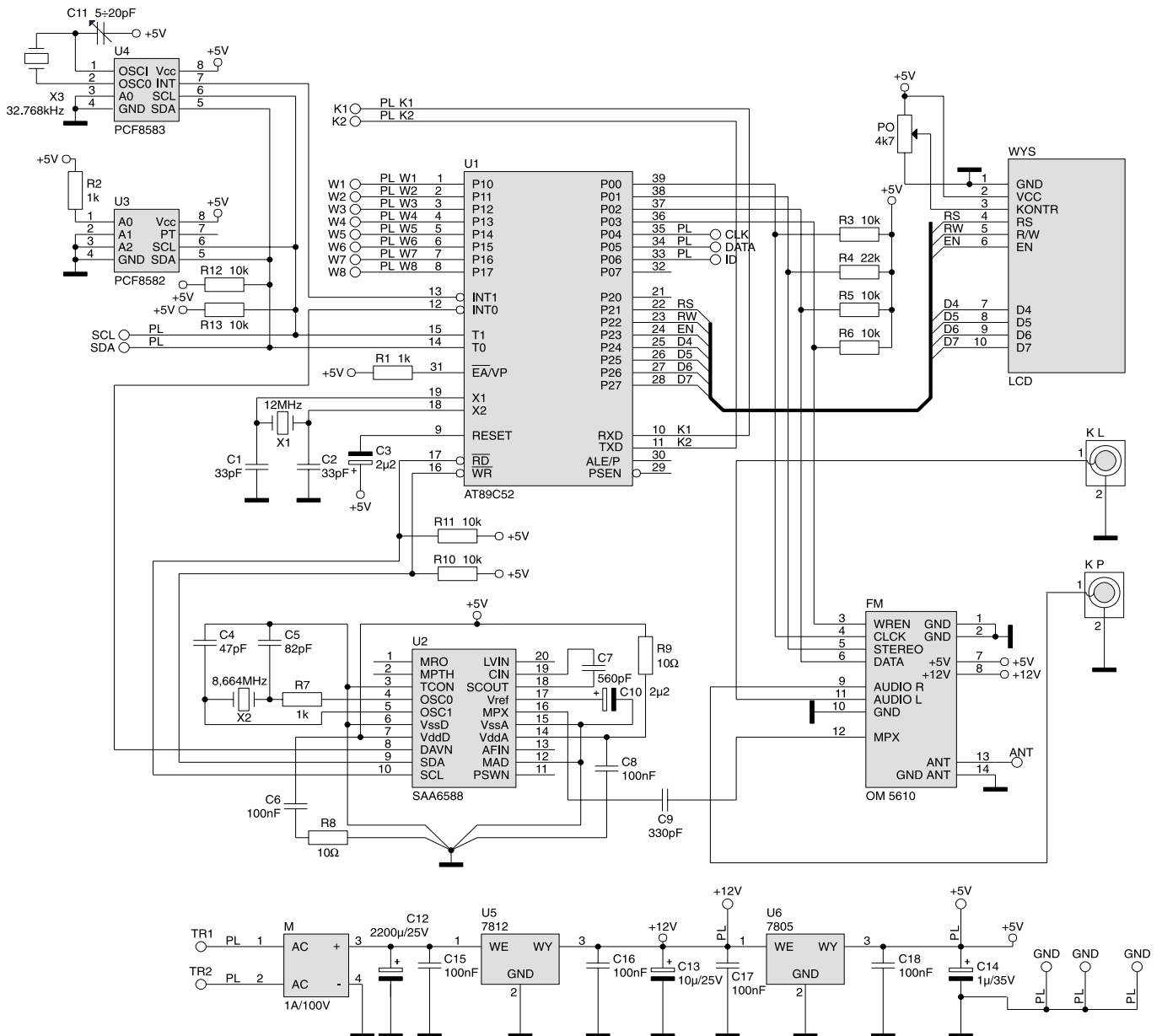
Po zakończeniu prac nad dekodernem rozpoczęły się poszukiwania głowicy FM z syntezą częstotliwości, którą można by było wykorzystać w planowanym amplitunerze. Okazało się to trudniejsze

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.

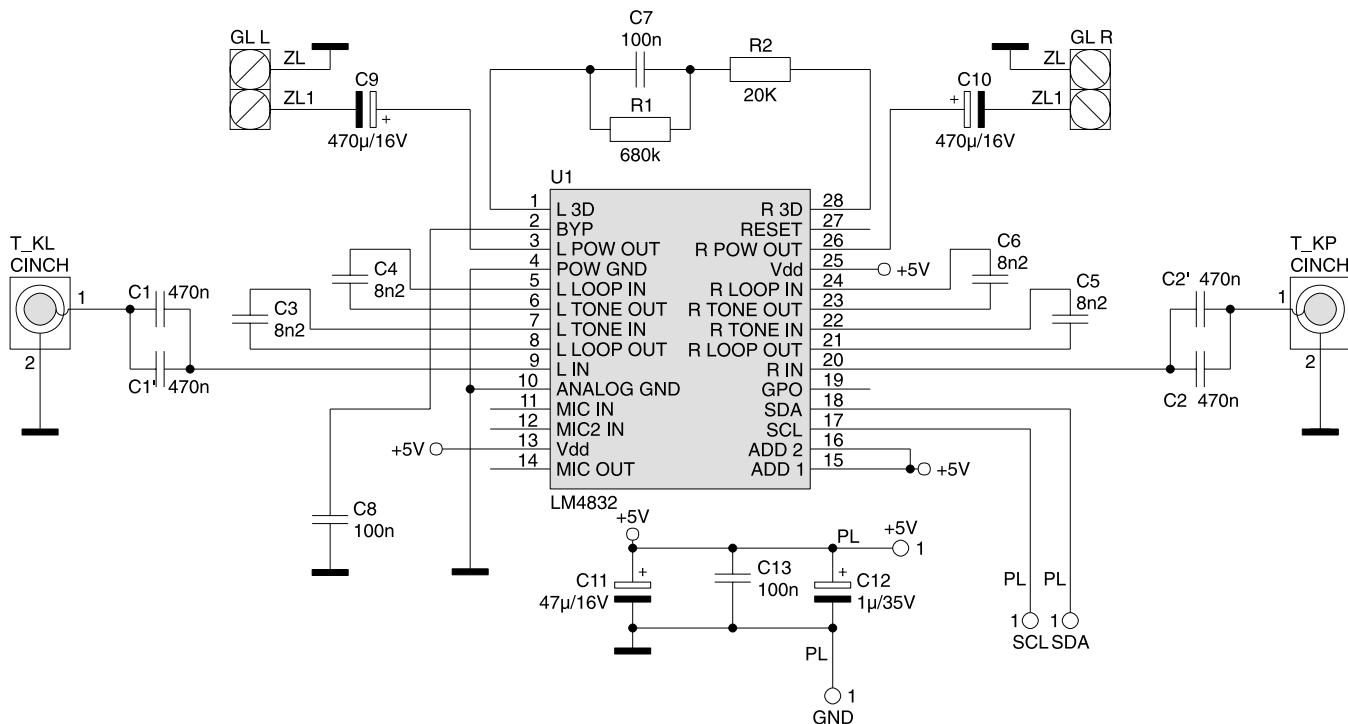
Opis układu

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 preprocesora RDS jest praktycznie taki sam jak w opisywanym już uniwersalnym dekoderyze. 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 preprocesora, 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 poprzez 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 poszerzania 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.cz. są wyprowadzone poprzez gniazda typu cinch wlotowane bezpośrednio w płytke, natomiast sygnały

wyjściowe podłączone są do złącz 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.

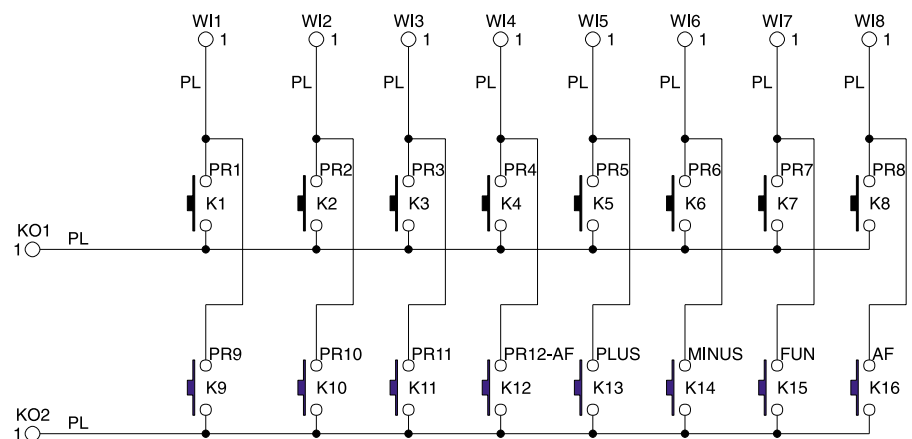
CLCK	STEREO	
0	0	Dekoder odbiera program stereo
0	1	Dekoder odbiera program mono
1	0	Tuner dostrojony
1	1	Tuner nie dostrojony

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

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.