

Stereofoniczny tuner RTV AVT-436



PROJEKT Z OKŁADKI

Jak pokazuje życie, nie zawsze sprzęt telewizyjny, który mamy w domu odbiera z anteny lub kabla to wszystko co chcemy.

Radą na to jest dokonanie zakupu czegoś bardziej nowoczesnego lub zbudowanie prezentowanego tunera.

Rekomendacje:
projekt polecamy wszystkim, którzy chcą rozszerzyć możliwości odbioru programów telewizyjnych, za pomocą własnoręcznie zbudowanego stereofonicznego tunera.

Kiedyś w Internecie znalazłem opis bardzo ładnie wykonanego tunera TV. Kiedy przeczytałem wszystkie informacje autora, zacząłem się zastanawiać po co konstruować takie urządzenia? Przecież każdy odbiornik telewizyjny ma cały niezbędny tor do odbierania sygnału antenowego. O całą sprawę zapomniałem, aż do momentu, kiedy z mojej kablówki zniknął sygnał popularnej stacji telewizyjnej. Od operatora sieci dowiedziałem się, że został przeniesiony na jeden z kanałów kablowych. Mój trochę leciwy, ale całkiem dobry odbiornik takich kanałów nie znał i co gorsza trochę nowszy magnetowid również nie. Poza tym zaczął mnie intrygować pojawiający się na ekranie napis STEREO. Przypomniałem sobie opis owego tunera i postanowiłem skonstruować telewizyjny tuner hyperband z możliwością odbioru dźwięku stereofonicznego.

Na początku zacząłem szukać głowicy telewizyjnej, ale takiej, która może odbierać wszystkie kanały telewizyjne łącznie z kablowymi i może być programowana przez mikrokontroler. Z całej masy takich urządzeń wyłoniły się 2 większe standardy wyprowadzeń: głowice firmy Philips i nie do końca przeze mnie zidentyfikowane produkty japońskie. Wybrałem głowice Philipsa oparte na układzie scalonym TDA6502. Są one jako tako udokumentowane i można nimi sterować przez magistralę I2C. W modelowym rozwiązaniu została użyta głowica UV1306A/R. Literka R oznacza, że w głowicy umieszczony został dodatkowy tor odbioru stacji FM 88,5 MHz...108 MHz, co

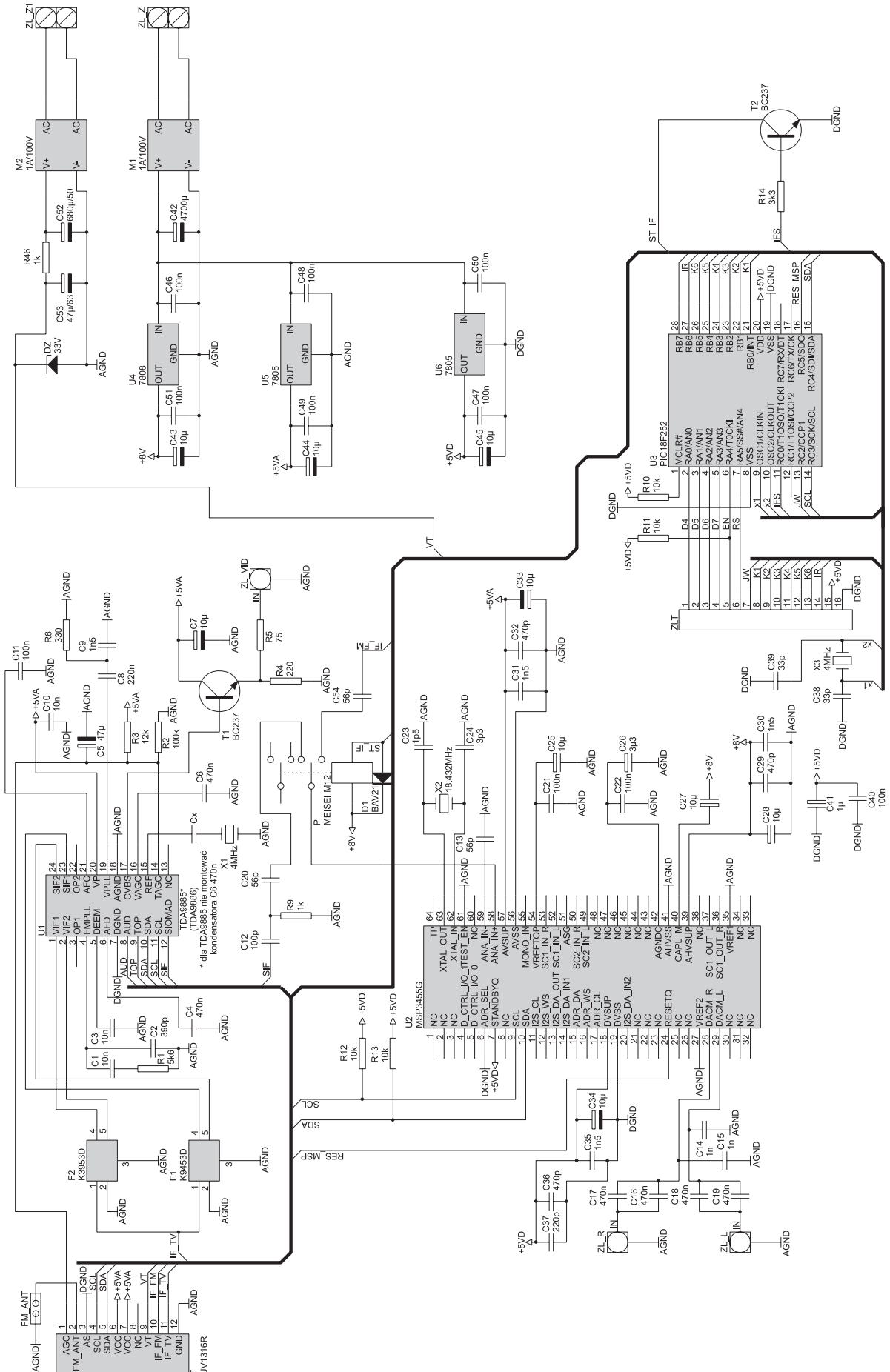
stanowi jej dodatkową zaletę skrzętnie wykorzystaną przy budowie tunera. Sygnałem wyjściowym głowicy telewizyjnej jest sygnał pośredniej częstotliwości (IF). Ten sygnał trzeba wzmocnić i podać detekcji tak, by otrzymać sygnał wizyjny. Tutaj moje poszukiwania miały również konkretny charakter. Otóż szukałem układu, który nie miałby żadnego obwodu strojonego. Nie wynikało to z przysłowiowej niechęci elektroników do obwodów indukcyjnych. Większość klasycznych wzmacniaczy pośredniej częstotliwości ma na wejściu filtr z falą powierzchniową i jeden strojony obwód indukcyjny. Żeby taki obwód poprawnie zestroić trzeba dysponować odpowiednim sprzętem, wiadomościami i doświadczeniem. Nie zawsze te wszystkie trzy elementy są dostępne jednocześnie, toteż wynik kręcenia rdzeniem cewki nie zawsze będzie dawać satysfakcjonujący efekt. Z tych oczywistych powodów zastosowałem układ TDA9885, który takiej cewki nie wymaga i kręcić rdzeniem nie trzeba. Układ ten ma kilka innych ciekawych właściwości ułatwiających życie (miedzy innymi magistralę I2C), ale o tym powiemy później. Trzecim dość ważnym elementem tunera jest układ, który będzie wzmacniaczem częstotliwości różnicowej fonii i jednocześnie potrafi dekodować stereofoniczny dźwięk nadawany przez stacje telewizyjne. Rolę tę spełnia zaawansowany układ procesora dźwięku MSP3455G firmy Micronas.

Schemat kompletnego tunera RTV pokazany został na **rys. 1**.

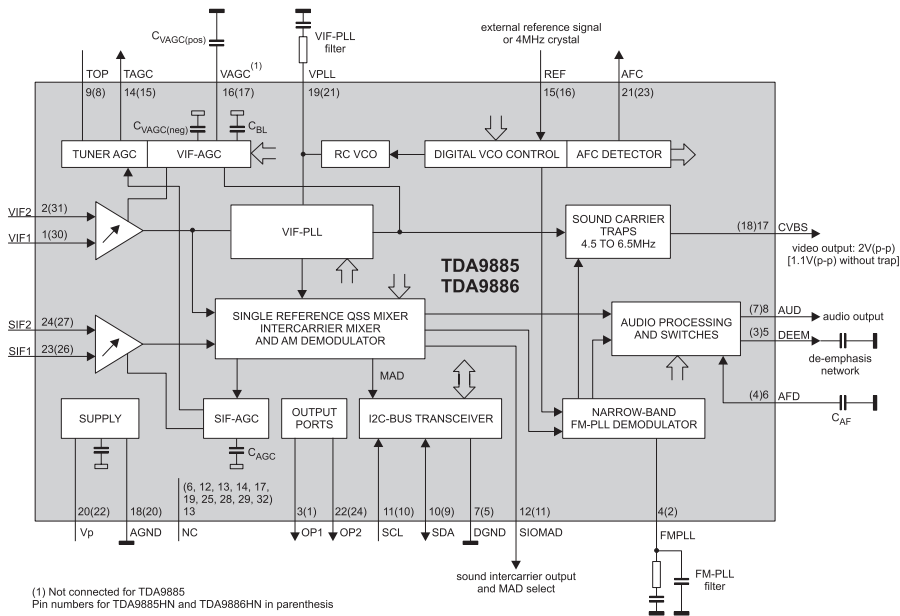
Głowica T jest zbudowana w oparciu o układ scalony TDA6502 i zawiera w swoim wnętrzu układy filtrów pasmowych, wzmacniaczy w.cz. i mieszaczy dla trzech pasm:

PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytki o wymiarach
 - płytki głównej tunera 113 x 68 mm
 - płytki sterowania 78 x 43 mm
- Zasilanie: 11...15 V AC lub DC 35...40 VAC
- Odbiór sygnałów w paśmie hyperband
- Odbiór dźwięku stereo NICAM
- Odbiór stacji radiowych UKF (88,5...108 MHz)
- Programowanie stacji TV (50 stacji)
- Programowanie stacji radiowych (10 stacji)
- Regulacja basu, sopranu, filtr kontur
- Funkcja surround
- Wyjście SCART



Rys. 1. Schemat elektryczny tunera RTV



Rys. 2. Schemat blokowy układu TDA9885

- Pasma niskich częstotliwości (LB) od 69,25 MHz do 168,25 MHz zawierającego kanały telewizyjne E2...C i kablów S01...S10.
- Pasma średnich częstotliwości (MB) od 175,25 MHz do 224,25 MHz zawierającego kanały telewizyjne E5...E12 i kablów S11...S39.
- Pasma wysokich częstotliwości (HB) od 471,25 MHz do 855,25 MHz zawierającego kanały telewizyjne E21...E69 i kablów S40 i S41.

Każde z pasm ma swoje obwody rezonansowe przestrajane diodami pojemnościowymi. Sygnał pośredniej częstotliwości powstaje po zmieszaniu odbieranej częstotliwości z sygnałem oscylatora lokalnego o programowanej cyfrowo częstotliwości.

Dla odbioru stacji FM głowice wyposażono w autonomiczny tor w.cz. mieszacz i oscylator. Na wyjściu pośredniej częstotliwości FM umieszczono filtr ceramiczny 10,7 MHz.

Wartość wzmocnienia wstępnych wzmacniaczy w.cz. wszystkich pasm jest ustalana poziomem napięcia stałego podawanego na wejście AGC (wyprowadzenie 1 głowicy). Sygnał ten jest wypracowywany w układzie wzmacniacza p.cz. – układ U1. Sygnał z anteny pasma UKF jest podawany na wyprowadzenie 2. Wyprowadzenia SDA i SCL służą do podłączenia magistrali I2C do głowicy. Stan wyprowadzenia AS określa adres *slave*:

- Zwarcie z masą – adres C0hex
- Niepodłączony – adres C2hex

- Napięcie 0,4 V...0,6 V – adres C4hex
- Napięcie 0,9 V...Vs – adres C6hex

Programowanie głowicy polega na wysłaniu 4 bajtów określających: częstotliwość oscylatora lokalnego głowicy, pasmo telewizyjne (lub UKF) i informacji dodatkowych.

Pierwsze 2 bajty wysłane do głowicy, to wartość wpisywana do 15 bitowego licznika określającego odbieraną częstotliwość według zależności:

$N = 16x(F_{fr} + F_{if})$, gdzie F_{fr} jest częstotliwością nośną sygnału wizji, a F_{if} częstotliwością pośrednią głowicy. Na przykład dla kanału 36 w zakresie HB częstotliwość nośnej wynosi 591,25 MHz. Przyjmując dla standardu D/K częstotliwość pośredniej wizji $F_{if} = 38,9$ MHz można wyliczyć $N = 16x(591,25 + 38,9) = 10082$. Po wpisaniu takiej wartości do licznika głowica będzie odbierała częstotliwość ok. 591,25 MHz.

List. 1. Strojenie pasm TV

```
//zmienna fr -16 bitowa wartość licznika
// za - zmienna określająca zakres głowicy
void fr_tv(unsigned short fr,unsigned char za)
{
  unsigned short t_fr;
  StartI2C();
  IdleI2C();//wait for Idle state
  WriteI2C(0xC0);//adres dla MA-0=MA2=0
  IdleI2C();//wait for Idle state
  WriteI2C(fr>>8);//starsza część licznika
  IdleI2C();//wait for Idle state
  WriteI2C(fr);//młodsza część licznika
  IdleI2C();//wait for Idle state
  WriteI2C(0x0C);//Cb1
  IdleI2C();//wait for Idle state
  WriteI2C(za);//Cb2
  IdleI2C();//wait for Idle state
  StopI2C();
  IdleI2C();//wait for Idle state
}
```

Dla zakresu UKF wartość dzielnika wyliczana jest z zależności:

$N = (F_{fr} + F_{if}) / 50$ kHz, gdzie F_{fr} – odbierana częstotliwość, a F_{if} – częstotliwość pośrednia 10,7 MHz. Dla odbieranej częstotliwości 103,2 MHz: $N = (103,2 \text{ MHz} + 10,7 \text{ MHz}) / 0,05 \text{ MHz} = 2278$

W kolejnym bajcie wysyłana jest informacja o włączeniu lub wyłączeniu pompy ładunkowej używanej przy przestrajaniu głowicy i kroku strojenia. Krok strojenia ustawiany bitami RSA i RSB określa o ile zmieni się częstotliwość oscylatora po zmianie licznika o jeden. Dla zakresów TV krok strojenia ma wartość 62,5 kHz (RSA=RSB=1), a dla zakresu UKF wartość 50 kHz (RSA=RSB=0).

Ustawienie bitu CP powoduje włączenie pompy ładunkowej pętli PLL w czasie, kiedy głowica odbiera programy telewizyjne lub jest przestrajana w zakresie UKF. W trakcie odbioru stacji UKF bity powinny być wyzerowane. Wyłączenie pompy w czasie odbioru UKF zmniejsza poziom zakłóceń i szumów generowanych przez głowicę.

W ostatnim bajcie jest wysyłana informacja o tym, jaki jest włączony zakres odbieranych częstotliwości. Przy odbiorze UKF powinny być ustawione bity FM i LB. Wybranie pasma telewizyjnego wiąże się z ustawieniem odpowiedniego bitu. Na przykład dla zakresu HB powinien być ustawiony tylko bit HB.

Struktura wysyłanych danych pokazana jest w **tab. 1**.

Na **list. 1** pokazana została procedura wpisania 4 bajtów do głowicy przy strojeniu pasm telewizyjnych, a na **list. 2** wpisanie 4 bajtów przy strojeniu zakresu UKF.

Niesymetryczny sygnał pośredniej częstotliwości sygnału telewizyjnego został podłączony do wy-

List. 2. Strojenie zakresu radio FM

```
//w zmiennej fr 16 bitowa wartość licznika
void fr_fm(unsigned short fr)
{
  unsigned short t_fr;
  fr=(fr*2)+214;
  StartI2C();
  IdleI2C();//wait for Idle state
  WriteI2C(0xC0);//adres dla MA-0=MA2=0
  IdleI2C();//wait for Idle state
  t_fr=fr;
  t_fr=t_fr>>8;
  WriteI2C(t_fr);//starsza część licznika
  IdleI2C();//wait for Idle state
  WriteI2C(fr);//młodsza część licznika
  IdleI2C();//wait for Idle state
  WriteI2C(0x0C);//Cb1
  IdleI2C();//wait for Idle state
  WriteI2C(0xA9);//Cb2
  IdleI2C();//wait for Idle state
  StopI2C();
  IdleI2C();//wait for Idle state
}
```

przewodzenia 11, a sygnał pośredniej częstotliwości FM do wyprowadzenia 10. Zajmiemy się teraz drogą sygnału pośredniej częstotliwości sygnału telewizyjnego. Z głowicy sygnał pośredniej częstotliwości jest podawany na wejście filtru F2 typu K3953D. Jest to filtr z fałą powierzchniową (SAW) przystosowany do kształtowania charakterystyki przenoszenia wzmacniacza pośredniej częstotliwości 38,9 MHz torów wizji w standardach B/G i D/K. Fabrycznie ukształtowana charakterystyka tego filtru jest tak dobrana, żeby uzyskać optymalne przeniesienie toru bez jakichkolwiek czynności strojeniuowych. Symetryczny sygnał p.cz. z wyjścia filtru jest podawany na wejścia VIF1 i VIF2 układu U1, a następnie wzmacniany. Zależnie od poziomu sygnału wejściowego jest wypracowywany poziom napięcia stałego (wyprowadzenie TAGC) sterujący wzmocnieniem toru w.cz. głowicy. Sygnał z TAGC, po podzieleniu, jest podawany na wejście AGC głowicy T. Taka zamknięta pętla tworzy układ automatycznej regulacji wzmocnienia ARW. Mechanizm ARW pozwala uzyskać duże wzmocnienie toru, kiedy sygnał antenowy jest mały i zmniejszać wzmocnienie, kiedy wartość sygnału rośnie. Poziom początkowy sygnał ARW można ustawiać potencjometrem włączonym pomiędzy wyprowadzenie TOP i masę, lub wpisując odpowiednie ustawienia przez magistralę I2C. Z sygnału wizji uzyskanego po detekcji muszą być usunięte podnośne sygnały fonii w bloku pułapek podnośnej.

Sygnał p.cz. z głowicy podawany jest równolegle na drugi filtr SAW typu K9653D. Jeżeli popatrzymy na rys. 2, gdzie pokazany jest schemat blokowy układu TDA9885, to użycie tego drugiego filtru stanie się bardziej zrozumiałe. W paśmie zajmowanym przez jeden program telewizyjny (kanał) zawarty jest sygnał wizyjny i sygnał fonii. Zmodulowany amplitudowo sygnał wizji zajmuje częstotliwości od 0 Hz do ok. 8 MHz. W tym sygnale jest wydzielona jedna (lub dwie) częstotliwości podnośne zmodulowane częstotliwościowo (FM) sygnałem fonii. W klasycznym rozwiązaniu, podnośna jest wydzielana z sygnału wizji za pomocą filtru. Ta podnośna jest następnie wzmacniana we wzmacniaczu p.cz. i poddawana demodulacji. Na wyjściu demodulatora uzyskiwany jest sygnał au-

Tab. 1. Struktura wysyłanych danych

Bit	7(msb)	6	5	4	3	2	1	0 (lsb)
Licznik bajt 1	0	N14	N13	N12	N11	N10	N9	N8
Licznik bajt 2	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1	N0
Cb1	1	CP	1	1	0	RSA	RSB	1
Cb2	1	X	X	X	FM	HB	MB	LB

Tab. 2. Wybór adresu slave w TDA9885

Adres slave hexadecymalnie	Bity w adresie		Rezystory do wyprowadzeń	
	A3	A2	SIF1 i SIF2	SIOMAD
86 zapis 87 odczyt	0	1	Nie	Nie
84 zapis 85 odczyt	0	0	Nie	Tak
96 zapis 97 odczyt	1	1	Tak	Nie
94 zapis 95 odczyt	1	0	Tak	Tak

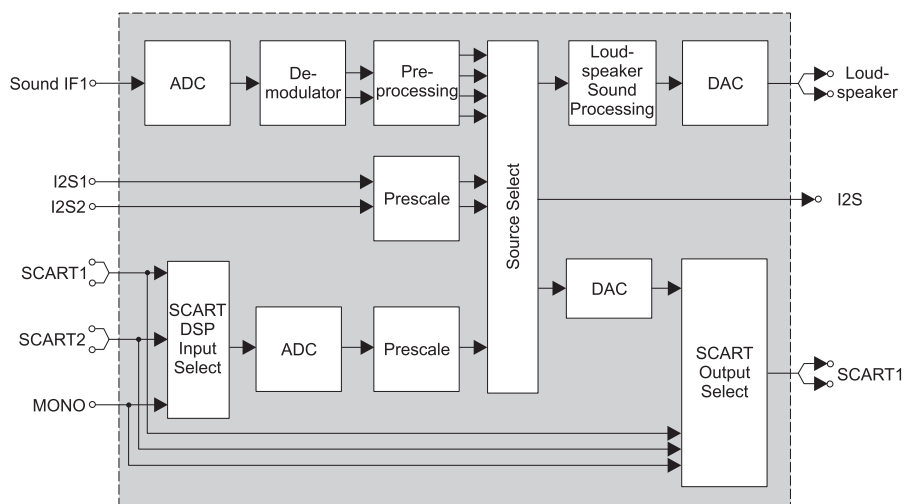
dio. W używanym w Polsce standardzie D/K podnośna ma częstotliwość 6,5 MHz. Sytuacja się nieco komplikuje w przypadku sygnału stereofonicznego. Z sygnału wizyjnego trzeba wydzielić 2 podnośne: w pierwszej (6,5 MHz) jest suma kanałów prawego i lewego, tak by zapewnić kompatybilność z odbiornikami monofonicznymi, a w drugiej dodatkowa informacja pozwalająca na dekodowanie drugiego kanału. Z sygnału pośredniej częstotliwości wizyjnej można wydzielić fragment pasma zawierający obie podnośne, a następnie odpowiednio je wzmocnić i poddać demodulacji. Filtr F1 wydziela fragment pasma kanału telewizyjnego (przed detekcją), w którym są zawarte podnośne fonii. Zmodulowane podnośne są wyprowadzane na wyjście SIOMAD i równocześnie demodulowane. Sygnał audio z wyjścia demodulatora FM jest dostępny na wyprowadzeniu AUD.

Kondensatory C1, C2 i rezystor R1 są elementami zewnętrznymi fil-

tru układu PLL demodulatora FM fonii. Filtr pętli PLL detektora wizji składa się z elementów C8, C9 i R6. Dzielnik napięcia ARW zbudowany jest z rezystorów R2 i R3. Dodatkowo to napięcie jest filtrowane kondensatorem C5. Sygnał wizyjny z wyjścia CVBS jest podawany na wejście wtórnika emiterowego zbudowanego z tranzystora T1 i rezystorów R4 i R5. Układ U1 do poprawnej pracy wymaga przebiegu z oscylatora kwarcowego X1 o częstotliwości 4 MHz. Pojemność szeregowego kondensatora Cx trzeba dobrać do posiadanego egzemplarza rezonatora X1 tak, by generowana częstotliwość była jak najbliższa częstotliwości 4 MHz.

Szczegółowe informacje o budowie i działaniu układu TDA9885 można znaleźć w materiałach firmowych firmy PHILIPS.

Jak już wspominałem, układ U1 jest programowany magistralą I2C. Producent zastosował trochę dziwną metodę ustawiania adresu *slave*. Do



Rys. 3. Schemat blokowy procesora MSP3455G

```

List. 3. programowanie TDA9885
void set_if_tv(void)
{
  StartI2C();//SWITCHING MODE
  IdleI2C();//wait for Idle state
  WriteI2C(0x86);//slave adres
  IdleI2C();//wait for Idle state
  WriteI2C(0);//subadres switching
  mode
  IdleI2C();//wait for Idle state
  WriteI2C(0xD2);//switching mode
  IdleI2C();//wait for Idle state
  StopI2C();
  IdleI2C();//wait for Idle state

  StartI2C();//ADJUST MODE
  IdleI2C();//wait for Idle state
  WriteI2C(0x86);//slave adres
  IdleI2C();//wait for Idle state
  WriteI2C(1);//subadres adjust mode
  IdleI2C();//wait for Idle state
  WriteI2C(0x0F);//adjust mode
  IdleI2C();//wait for Idle state
  StopI2C();
  IdleI2C();//wait for Idle state

  StartI2C();//DATA MODE
  IdleI2C();//wait for Idle state

  WriteI2C(0x86);//slave adres
  IdleI2C();//wait for Idle state
  WriteI2C(2);//subadres data mode
  IdleI2C();//wait for Idle state
  WriteI2C(0x0B);//data mode
  IdleI2C();//wait for Idle state
  StopI2C();
  IdleI2C();//wait for Idle state
}
    
```

tego celu wykorzystywane są wyprowadzenia SIOMAD, SIF1 i SIF2.

Adres można zmienić przez dołączenie rezystora z wyprowadzenia SIOMAD do masy lub przez dołączenie jednocześnie dwu rezystorów

```

List. 4. Odbiór i dekodowanie systemu NICAM
//ustawienie trybu TV stereo NICAM
uchar t_MSP[5];
void seT_tv_mode(void)
{
  soft res MSP();//zerowanie MSP
  t_MSP[0]=0x10;//rejestr MODUS
  t_MSP[1]=0;
  t_MSP[2]=0x30;//d/k nicam
  t_MSP[3]=0x30;
  t_MSP[4]=3;
  send MSP(5);
  t_MSP[0]=0x12;//source sel
  t_MSP[1]=0;
  t_MSP[2]=8;
  t_MSP[3]=3;
  t_MSP[4]=0x20;
  send MSP(5);
  t_MSP[0]=0x12;//FM matrix
  t_MSP[1]=0;
  t_MSP[2]=0x0e;
  t_MSP[3]=0x24;
  t_MSP[4]=3;
  send MSP(5);
  t_MSP[0]=0x12;//nicam prescale
  t_MSP[1]=0;
  t_MSP[2]=0x10;
  t_MSP[3]=0x5a;
  t_MSP[4]=0;
  send MSP(5);
  t_MSP[0]=0x10;//nicam d/k
  t_MSP[1]=0;
  t_MSP[2]=0x20;
  t_MSP[3]=0;
  t_MSP[4]=0x0b;
  send MSP(5);
  t_MSP[0]=0x12;//volume
  t_MSP[1]=0;
  t_MSP[2]=0;
  t_MSP[3]=rd EE(3);//wartość głośności odczytana z eeprom
  t_MSP[4]=0;
  send MSP(5);
}

void send_MSP(uchar lb)
{
  uchar i;
  StartI2C();//RES=1
  IdleI2C();//wait for Idle state
  WriteI2C(0x80);//adres dla ADDR_SEL=0
  IdleI2C();//wait for Idle state
  for(i=0;i<lb;i++)
  {
    WriteI2C(t_MSP[i]);//wpisanie bajtu z tablicy
    IdleI2C();//wait for Idle state
  }
  StopI2C();
  IdleI2C();//wait for Idle state
}
    
```

150 kΩ z wyprowadzeń SIF1 i SIF2 do masy. Wszystkie możliwości ustawiania adresu *slave* pokazane zostały w **tab. 2**.

Jeżeli do SIOMAD, SIF1 i SIF2 nie jest podłączony żaden rezystor, to adres *slave* ma wartość 86hex przy zapisie do układu (rys. 1). Przesyłanie danych do układu zaczyna się przesłaniem adresu *slave*, a po nim jest wysyłany subadres rejestru wewnętrznego i dana.

TDA9885 jest programowany przez 3 rejestry: *switching mode*, *adjust mode* i *data mode*.

Dla standardu D/K rejestrze *switching mode* o subadresie 00 (**tab. 3**) musi być ustawiona modulacja negatywna sygnału wizyjnego: bit B3=0, bit B4=1. Poza tym jeżeli nie jest wykorzystywany tor audio, to bit B2 powinien być wyzerowany. Jeżeli chcemy skorzystać z wewnętrznej pułapki fonii, to również zerujemy bit B0. Bity B7 i B6 powinny być ustawione, a pozostałe mogą być wyzerowane.

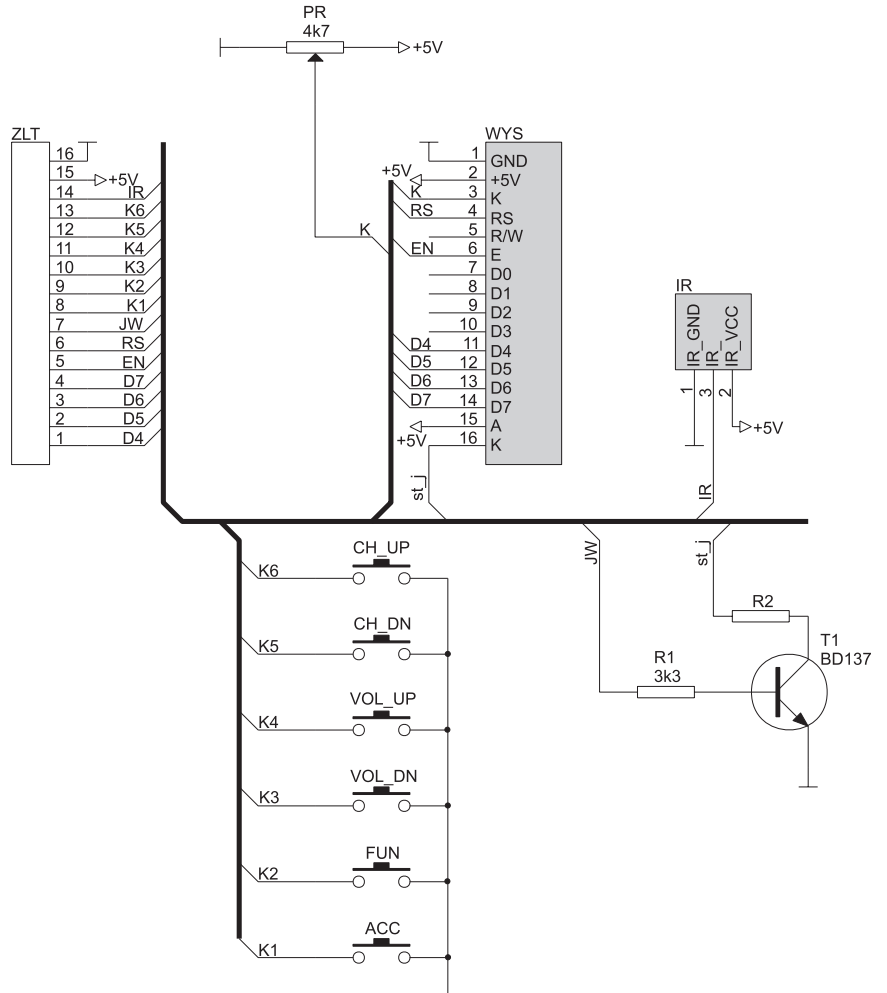
Drugi z rejestrów (*adjust mode*) jest pokazany w **tab. 4**. Bity C5...

C7 są związane z demodulatorem FM i torem audio. Ponieważ demodulator i tor audio nie jest tu wykorzystywany, to wartość tych bitów nie jest dla nas istotna. Bity C0...C4 określają poziom sygnału ARW ustawiany od -16 dB do +16 dB z krokiem 1 dB.

Rejestr *data byte mode* (subadres 02) jest pokazany w **tab. 5**. Bity E7 i E5 służą do określania funkcji wyprowadzeń OP12 i OP2 i poziomu wzmocnienia układu (niskie, normalne, lub określane przez zewnętrzne wejście OP1). Dla nas największe znaczenie ma ustawienie częstotliwości pośredniej i częstotliwości podnośnej (a jednocześnie pułapki fonii). Znowu musimy się odwołać do standardu D/K, w którym wzmacniacz częstotliwości pośredniej musi być nastrojony na częstotliwość 38,9 MHz (E4=0, E3=1, E2=0), a podnośna fonii ma częstotliwość 6,5 MHz (E1=E0=1).

Na **list. 3** pokazana została procedura programowania układu TDA9885.

Ostatnią zasadniczą częścią pozostałą do omówienia jest rozbu-



Rys. 4. Schemat płytki sterowania

downy procesor audio MSP3455G – układ U3 z rys. 1.

Jeżeli popatrzymy na schemat blokowy procesora pokazany na rys. 3, to już na pierwszy rzut oka widać, że jest to układ rozbudowany i o dużych możliwościach. Po uważniejszym przyjrzeniu się widać jeszcze jedną ważną jego cechę: jest to w ogromnej większości układ cyfrowy. Analogowy sygnał pośredniej częstotliwości podawany jest z wejścia ANA_IN1 na wejście przetwornika analogowo – cyfrowego. Podobnie, analogowe sygnały audio z wejść przeznaczonych do złącza SCART, mogą być również próbkowane i obrabiane cyfrowo. Należy się spodziewać, że całością steruje specjalizowana jednostka DSP.

Jak już powiedziałem sygnał pośredniej częstotliwości fonii jest podawany na wejście ANA_IN1, gdzie jest wzmacniany i próbkowany w module przetwornika ADC (*Analog Digital Converter*). Można w tym momencie zapytać, po co tak komplikować tor fonii, skoro są znane i sprawdzone analogowe rozwiązania. Jeżeli jednak uzmysłowimy sobie, że w zamierzeniu konstruktorów układu miał on demodulować i dekodować wszystkie znane na świecie standardy fonii TV, a dodatkowo też fonię RADIO FM, to zapewne cyfrowa realizacja okazała się łatwiejsza, zapewniając jednocześnie lepsze parametry.

W bloku demodulatora, sygnał pośredniej częstotliwości jest demodulowany i identyfikowany. Identyfikacja może być automatyczna. Zaimplementowany algorytm próbuje znaleźć w zakodowanym sygnale nadawany standard. Jeżeli mu się

Tab. 3. Rejestr switching mode – subadres 00

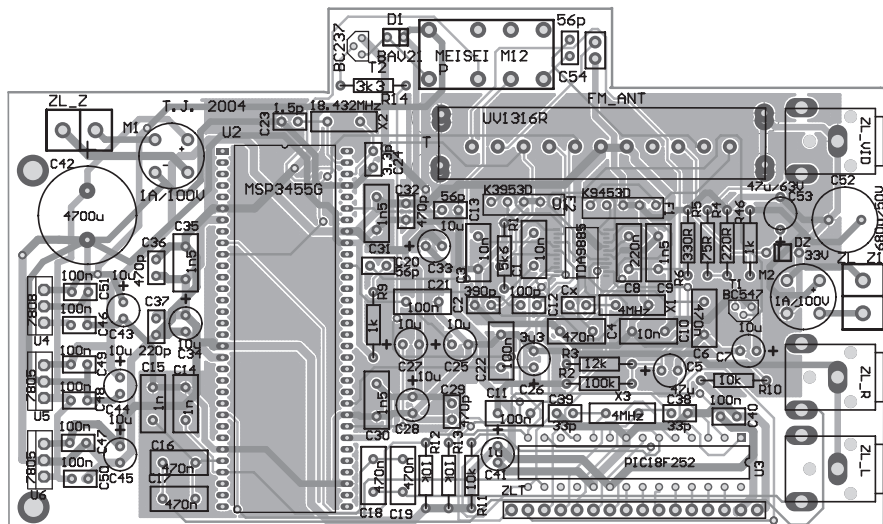
Bit	Wartość	Opis
B7	1 0	Wyjście portu 2 (wyprowadzenie OP2) Wysoka impedancja (wyłączony) Stan niski
B6	1 0	Wyjście portu 1 (wyprowadzenie OP1) Wysoka impedancja (wyłączony) Stan niski
B5	1 0	Wymuszenie wyciszania audio Włączone Wyłączone
B4 i B3	00 10	Standard modulacji sygnału TV Pozytywna – fonia modulowana AM standard L Negatywna – fonia z podnośną FM standard B/G D/K
B3	1 0	Tryb pracy nośnej fonii QSS Pośrednia
B1	1 0	Automatyczne wyciszenie fonii dla modulacji FM Aktywne Nieaktywne
B0	1 0	Pałupka fonii Pałupka wewnętrzna pominięta Pałupka wewnętrzna aktywna

powiedzie, to w wewnętrznym rejestrze wpisuje informację o zidentyfikowanym standardzie. Jeżeli po określonym czasie nie można znaleźć standardu, to również jest to sygnalizowane wpisem do odpowiedniego rejestru. Automatyczna identyfikacja jakkolwiek ma szereg zalet, to jak każdy automat może w pewnych sytuacjach działać niepewnie lub nawet błędnie. Dotyczy to szczególnie sytuacji, kiedy sygnał, mówiąc ogólnie, nie jest najlepszej jakości. W sytuacji, kiedy znany jest standard nadawanej fonii, wtedy dobrym rozwiązaniem jest ustalenie go na stałe. Takie rozwiązanie zostało przyjęte w prezentowanym tunerze. Wszystkie znane mi polskie stacje telewizyjne nadają dźwięk stereofoniczny w systemie NICAM i taki system kodowania został ustawiony na stałe.

Blok wyboru standardu oprócz demodulatora został wyposażony w układy deemfazy dla modulacji FM/AM i deemfazy systemu NICAM. Żeby móc uzyskiwać sygnał audio o takich samych poziomach z toru FM/AM i toru NICAM zostały zastosowane też programowane preskalery pozwalające te poziomy wyrównać.

W telewizji dwa kanały foniczne towarzyszące obrazowi mogą zawierać stereofoniczny materiał dźwiękowy, lub na przykład oryginalny dźwięk w jednym kanale, a głos lektora w drugim kanale. Musi być zatem możliwość łatwego wyboru odtwarzania stereo, lub jednego z wybranych kanałów. Do tego celu służy blok *Automatic Sound Select* i *Loudspeaker Channel Matrix*.

Sygnały stereofoniczne z bloku demodulacji i detekcji podawane są na



Rys. 5. Schemat montażowy płytki głównej tunera

List. 5. Odbiór radia FM

```
void set_fm_mode(void)//tryb stereo FM
{
  soft res MSP();//zerowanie MSP
  t_MSP[0]=0x10;//rejestr MODUS
  t_MSP[1]=0;
  t_MSP[2]=0x30;
  t_MSP[3]=0x20;
  t_MSP[4]=3;
  send_MSP(5);
  t_MSP[0]=0x12;//source sel
  t_MSP[1]=0;
  t_MSP[2]=8;
  t_MSP[3]=3;
  t_MSP[4]=0x20;
  send_MSP(5);
  t_MSP[0]=0x12;//FM matrix
  t_MSP[1]=0;
  t_MSP[2]=0x0e;
  t_MSP[3]=0x24;
  t_MSP[4]=3;
  send_MSP(5);
  t_MSP[0]=0x10;//standard select
  t_MSP[1]=0;
  t_MSP[2]=0x20;
  t_MSP[3]=0;
  t_MSP[4]=0x40;
  send_MSP(5);
  t_MSP[0]=0x12;//volume
  t_MSP[1]=0;
  t_MSP[2]=0;
  t_MSP[3]=rd_EE(3); //wartość głośno-
  ści odczytana z eeprom
  t_MSP[4]=0;
  send_MSP(5);
}
```

selektor sygnałów. Oprócz nich można wybierać analogowe sygnały ze złącza SCART (po konwersji przetwornikiem ADC) i dwu źródeł pochodzących z interfejsu I2S. Ta ostatnia możliwość jest dość łatwa do realizacji, bo jak wiemy wszystkie sygnały audio są sygnałami cyfrowymi.

Z selektora wejść, sygnał audio jest poddawany koniecznym regulacjom: poziomowi tonów niskich i wysokich i głośności. Ponadto można regulować balans, włączać filtr kontur i efekt rozszerzenia bazy stereofonicznej.

Sterowanie pracą procesora odbywa się poprzez magistrale I2C. Stan wyprowadzenia ADR_SEL określa 3 różne adresy *slave* układu. Kiedy ADR_SEL jest zwarte do masy, to adres ma wartość 80hex (zapis) i 81hex (odczyt). Podłączenie ADR_SEL do plusa zasilania ustawia adres na 84hex(zapis) i 85hex (odczyt). Można również pozostawić wyprowadzenie ADR_SEL nie podłączone, a adresy będą miały wtedy wartości odpowiednio: 88hex (zapis) i 89hex (odczyt). Zapisanie danych wymaga wysłania sekwencji START, a po niej adresu *slave*. Następnie wysyłany jest subadres i 2 bajty adresu rejestru. Na samym końcu wysyłane są 2 bajty danych i sekwencja stopu. Opisywanie wszystkich rejestrów procesora wykracza poza ramy tego artykułu. Dokładne dane można znaleźć w danych katalogowych układu na stronie internetowej firmy MICRONAS.

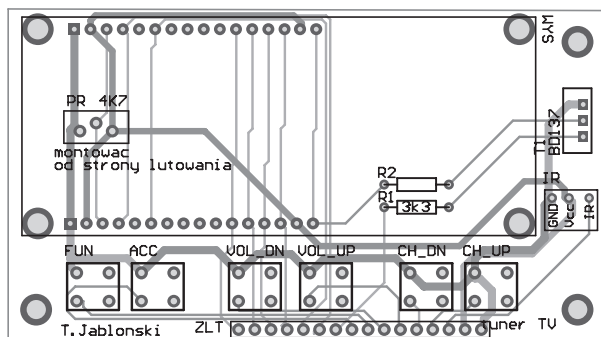
Na list. 4 pokazana została procedura ustawiania odbioru dźwięku w systemie NICAM, a na list. 5 radia FM.

Wewnętrzna jednostka DSP jest taktowana generatorem o częstotliwości 18,432 MHz. Zewnętrznymi elementami tego generatora są: oscylator X2 i kondensatory C23, C24. Sygnał pośredniej częstotliwości jest przełączany przełącznikiem P1. W trybie odbioru audycji radiowych FM, na wejście ANA_IN1+ przychodzi sygnał pośredniej 10,7 MHz z wyjścia IF_FM głowicy UV1316. Przy odbiorze dźwięku audycji TV, styki przełącznika podają sygnał z wyjścia SIOMAD układu TDA 9885 przez układ dopasowujący, złożony z elementów C12, C20 i R9. W tunerze jako źródło sygnału wykorzystywane jest tylko wejście pośredniej częstotliwości ANA_IN1+. Po demodulacji i ukształtowaniu, sygnał fonii jest konwertowany na postać analogową przetwornikiem

DAC (*Digital Analog Converter*) i podawany na wyprowadzenia DACM_L i DACM_R. Kondensatory C15 i C14 są elementami filtra dolnoprzepustowego na wyjściu przetwornika. Kondensatory C16...C19 separują składową stałą. O tym, że w układzie procesora wykonywanych jest sporo operacji matematycznych, świadczy dość spory pobór mocy przez układ (ok. 1,3 W). Tak pracujący układ cyfrowy wymaga odpowiedniego zasilania i jego starannego blokowania. Część cyfrowa jest zasilana napięciem +5 VD względem cyfrowej masy DGND. Napięcie to jest blokowane kondensatorami C34...C37. Część analogowa jest zasilana dwoma napięciami +5 VA względem masy A_GND i +8 V względem masy analogowej AGND. Napięcie +5 VA jest blokowane kondensatorami C31...C33, a napięcie +8 V kondensatorami C28...C30.

Kondensatory C21, C25 i C22, C26 są elementami filtrów napięcia odniesienia. Wejście zerowania jest podłączone do linii RC5 mikrokontrolera U3.

Sterownik tunera został zbudowany w oparciu o mikrokontroler PIC18F252. Sygnałami SDA i SCL magistrali I2C steruje wbudowany w mikrokontroler sprzętowy moduł MSSP pracujący w trybie I2C Master. Przełącznik P1 jest przełączany przez wystawianie stanu wysokiego na linii RC0. Tranzystor T2 jest wtedy nasycony i przez cewkę przełącznika płynie prąd. Do portu PA dołączony



Rys. 6. Płytką sterowania

jest standardowy wyświetlacz LCD o organizacji 2x16 znaków pracujący w trybie magistrali 4 bitowej. Obsługa i sterowanie funkcjami tunera odbywa się za pomocą 6 klawiszy i odbiornika podczerwieni podłączonych do linii portu PB mikrokontrolera. Wyświetlacz, klawiatura, odbiornik IR i układ regulacji jasności podświetlenia pokazane zostały na rys. 4.

Tranzystor T1 jest sterowany impulsami z wyjścia RC2/CCP1 sprzętowego modułu CCP, pracującego w trybie PWM. Kolektor jest włączony w obwód podświetlenia wyświetlacza

Tab. 4. Rejestr adjust mode – subadres 01

Bit	Wartość	Opis
C7	1 0	Wzmocnienie toru audio -6 dB 0 dB
C6	1 0	Stała czasowa deemfazy 50 μs 75 μs
C5	1 0	Deemfaza Włączona Wyłączona
C4...C0	0hex = -16 dB 0Fhex = 0 dB 1Fhex = +15 dB	Poziom sygnału ARW

Tab. 5. Rejestr data mode – subadres 02

Bit	Wartość	Opis
E7		Funkcja wyprowadzenia OP1 i OP2: uniwersalny port lub wejście/wyjście AGC wideo (VIF-AGC)
E6		Tryb pracy PLL dla standardu L
E5		Funkcja wyprowadzenia OP1 i OP2: uniwersalny port lub wejście/wyjście AGC wideo (VIF-AGC)
E4...E2	000 001 010 011 100 101	Częstotliwość pośrednia wizji 58,75 MHz 45,75 MHz 38,9 MHz 38 MHz 33,9 MHz 33,4 MHz
E1, E0	00 01 10 11	Częstotliwość różnicowa fonii 4,5 MHz 5,5 MHz 6,0 MHz 6,5 MHz

LCD (WYS). Zależnie od współczynnika wypełnienia przebiegu PWM przez diody LED podświetlenia płynie większy lub mniejszy prąd.

Układ zasilania dostarcza wszystkich niezbędnych napięć. Do złącza ZL_Z trzeba podłączyć napięcie stałe lub przemienne, o wartości minimalnej ok. 11 V. Zbyt duża wartość tego napięcia powoduje wydzielanie się sporej mocy na stabilizatorach U4...U6. Po wyprostowaniu (M1) i odfiltrowaniu (C42) napięcie wejściowe jest podawane równolegle na trzy stabilizatory dostarczające napięcie:

- U4 napięcia +8 V do zasilania obwodów MSP3455
- U5 napięcia +5 VA do zasilania obwodów analogowych MSP3455, głowicy i wzmacniacza p.cz TDA9885
- U5 napięcia +5 VD do zasilania obwodów cyfrowych MSP3455, mikrokontrolera i wyświetlacza.

Niezbędne do poprawnej pracy głowicy napięcie stabilizowane +33 V jest uzyskiwane po wyprostowaniu napięcia przemiennego o wartości 35...40 V podłączonego do złącza ZL_Z1.

To napięcie jest prostowane (M2), filtrowane (C52) i stabilizowane (R46, DZ).

Schematy montażowe płytek pokazane zostały na **rys. 5** i **rys. 6**. Montaż nie wymaga jakichś specjalnych komentarzy. Jedynie należy pamiętać o zamontowaniu radiatorów do stabilizatorów U4...U6 tym większych im większe będzie napięcie podłączone do ZL_Z.

Po pierwszym włączeniu sterownik przełącza się w tryb odbioru telewizji. Wszystkie kanały są automatycznie programowane na początek pasma MB. W tym trybie można odbierać 50 zaprogramowanych stacji telewizyjnych, a tuner domyślnie ustawia się na stacji nr 1. Procedura inicjowania pamięci EEPROM po pierwszym włączeniu zasilania zapisuje też do pamięci każdego z 10 programów radiowych częstotliwość 100 MHz. Ponadto są programowane wartości początkowe ustawień toru audio procesora MSP3455. Przy każdym następnym uruchomieniu tunera procedura inicjalizacji jest pomijana i program sterujący odczytuje wcześniej wpisane nastawienia. Po wykonaniu inicjalizacji program sterujący na podstawie numeru wybranej stacji odczytuje zapisane w pamięci EEPROM: odbieraną częstotliwość (dzielnik) i zakres (LB, MB lub HB) i wpisuje te wartości do głowicy. Dalej jest programowany

układ TDA9885 i program wchodzi do pętli głównej. W pętli głównej trybu odbioru TV można sekwencyjnie wybierać numer odbieranego programu klawiszami CH_UP i CH_DN. Sekwencyjnie można zmieniać numeru programu klawiszami CH+ lub CH- pilota nadającego w kodzie RC5. Numer programu można też wybierać klawiszami numerycznymi pilota. Po przyciśnięciu cyfry pojawia się ona na starszej pozycji, a na młodszej pozycji pojawia się znak „-”. O tego momentu odliczane jest 1,5 s, w czasie którego operator ma czas na przyciśnięcie drugiego klawisza (młodsza cyfra). Jeżeli nie naciśnie, to na starszej pozycji wpisywane jest 0, a na młodszej pierwsza wciśnięta cyfra.

W pętli głównej odbioru TV można również regulować głośność odbieranej stacji i wejść do menu funkcyjnego. Pierwszą z tych czynności wykonuje się przez naciśnięcie klawiszy VOL_UP lub VOL_DN na płycie sterowania lub przez naciśnięcie klawiszy VOL+ lub VOL- na pilocie RC5. W tym czasie w dolnej linijce wyświetlacza pojawi się napis Volume 0 dB. Siłę głosu można regulować w zakresie -114 dB...+12 dB. Kiedy klawisze regulacji nie są przycisnane przez 1,5s, wtedy procedura kończy swoje działanie i dolna linijka wyświetlacza jest czyszczona.

Wejście do menu funkcyjnego następuje po naciśnięciu klawisza FUN. Do wyboru są funkcje:

- Programowanie TV
- Regulacja basu
- Regulacja sopranu
- Filtr kontur
- Surround
- TV/FM

Funkcje są wybierane klawiszami CH_UP i CH_DN, a wybrana funkcja jest akceptowana do wykonania klawiszem ACC.

Programowanie częstotliwości i zakresów stacji telewizyjnych wykonywane jest w funkcji „programowanie TV”. Po jej wybraniu najpierw ustawia się numer strojonego programu. Funkcja ustawia domyślnie numer ostatnio wybranego programu przed wejściem do funkcji strojenia. Klawiszami CH_UP i CH_DN wybieramy numer programu i akceptujemy klawiszem ACC. Następnie klawiszem FUN sekwencyjnie wybierany jest zakres częstotliwości: LB, MB lub HB. Po zaakceptowaniu klawiszem ACC wybranego pasma, funkcja strojenia przechodzi do ustawiania odbieranej przez głowicę częstotliwości lub, inaczej

WYKAZ ELEMENTÓW

płytką główną

Rezystory

R1: 5,6 kΩ
R3: 12 kΩ
R2: 100 kΩ
R4: 220 Ω
R5: 75 Ω
R6: 330 Ω
R10...R13: 10 kΩ
R9, R46: 1 kΩ
R14: 3,3 kΩ

Kondensatory

C1, C3, C10: 10 nF
C2: 390 pF
C4, C6*, C16...C19: 470 nF
(* dla TDA9885 nie lutować C6
C5: 47 μF/16 V
C7, C25, C27, C28, C33, C34, C43...C45: 10 μF/16 V
C8: 220 nF
C9, C30, C31, C35: 1,5 nF
C11, C21: 100 nF
C12: 100 pF
C13, C20, C56: 56 pF
C14, C15: 1 nF
C22, C40, C46...C51: 100 nF
C23: 1,5 pF
C24: 3,3 pF
C26: 3,3 μF/16 V
C29, C32, C36: 470 pF
C37: 220 pF
C38, C39: 33 pF
C41: 1 μF/35 V
C42: 4700 μF/25 V
C52: 680 μF/50 V
C53: 47 μF/63 V

Półprzewodniki

U1: TDA9885 lub TDA9886
U2: MSP3455G
U3: PIC18F252 zaprogramowany
U4: 7808
U5, U6: 7805
T1, T2: BC237
D1: BAV21
DZ: 33 V
M1, M2: 1 A/100 V

Inne

X1, X3: 4 MHz
X2: 18,432 MHz
F1: K9453D Filtr SAW 1
F2: K3953D Filtr SAW 1
Przekaznik P: AZ822-2C-12DSE
Głowica T: UV1316R
ZL_VID, ZL_R, ZL_L: złącza CINCH do druku
ZL_Z ZL_Z1: złącza śrubowe do druku

Płytką sterowania

WYS: wyświetlacz 2x16znaków
IR: scalony odbiornik zdalnego sterowania IR
SW1...SW6: mikroprzełączniki
T1: BD137
R1: 3,3 kΩ
R2: 1 Ω
PR: 4,7 kΩ

mówiąc, do programowania dzielnika. Klawiszami CH_UP i CH_DN zmienia się częstotliwość w dół lub w górę. Po zaprogramowaniu częstotliwości i naciśnięciu klawisza ACC wszystkie ustawienia są zapisywane w pamięci EEPROM i funkcja kończy swoje działanie. Żeby zaprogramować następną stację należy wywołać ją ponownie.

Kolejne trzy funkcje służą do regulacji barwy dźwięku. Tyny niskie ustawiane są w funkcji „Regulacja basy”. Klawiszami VOL_DN i VOL_UP w zakresie od -12 dB do +18 dB. Klawiszem ACC akceptuje się ustaloną wartość i funkcja kończy swoje działanie. Bardzo podobnie działa funkcja regulacji tonów wysokich. Inny jest tylko zakres: -12 dB do +15 dB.

Procesor MSP3455G ma wbudowany regulowany filtr kontur. Można ustawiać zakres podbijania tonów niskich i wysokich od 0 dB do +17 dB. Oczywiście filtr ten jest sprzężony z regulatorem siły głosu i włącza się poniżej określonego poziomu siły głosu. Regulację podbicia przeprowadza się w zakresie od 0 dB (filtr wyłączony) do +17 dB klawiszami VOL_DN o VOL_UP.

Przy odbiorze telewizyjnych audycji stereofonicznych głośniki są najczęściej umieszczone dość blisko siebie (w obudowie odbiornika TV). Takie usytuowanie głośników nie sprzyja prawidłowemu tworzeniu bazy stereofonicznej. Jeżeli nie ma możliwości podłączenia zewnętrznych głośników, to dobrym rozwiązaniem może być wykorzystanie wbudowanego w procesor MSP3455G układu poszerzania bazy stereo. Regulację tego efektu można przeprowadzić po wy-

wołaniu funkcji „Surround” z menu funkcyjnego. Wartość efektu ustawia się w 5 zakresach: 0% (wyłączony), 25%, 50%, 75% i 100%.

Wszystkie regulacje dotyczące dźwięku mają charakter globalny, to znaczy, że są takie same niezależnie od wybranego kanału telewizyjnego lub radiowego. Ostatnia funkcja menu funkcyjnego „TV/FM” przełącza tuner w tryb odbioru radiowego lub telewizyjnego. Po wybraniużądanego trybu klawiszem FUN i akceptowaniu klawiszem ACC sterownik przełącza sygnał pośredniej częstotliwości fonii na sygnał z głowicy (FM) lub z wyjścia SIOMAD układu TDA9885 (TV). Po takim przełączeniu zmienia się też wygląd ekranu wyświetlacza menu wyboru programu i funkcja strojenia. W obu trybach (TV i FM) funkcje regulacji fonii są dokładnie takie same.

Ponieważ omówiliśmy dokładnie działanie trybu odbioru stacji TV, to pora teraz na tryb odbioru stacji UKF FM. Po jego wybraniu na ekranie wyświetlacza w górnej linii wyświetlany jest numer odbieranego programu (jeden z dziesięciu) i częstotliwość w MHz. Jeżeli regulowana jest siła głosu, to w dolnej linii wyświetlany jest poziom głośności w dB – dokładnie tak samo jak w trybie odbioru stacji telewizyjnych. W dolnej linii może być wyświetlana zaprogramowana nazwa odbieranej stacji, ale o tym powiemy za chwilę. W menu funkcyjnym trybu odbioru radia FM jedynie funkcja „programowanie FM” różni się od menu funkcyjnego odbioru TV. Pozostałe funkcje są identyczne i ustawiają te same parametry.

Po wybraniu funkcji „programowanie FM” programowana jest częstotliwość programu wybranego przed wywołaniem tej funkcji. Klawiszami CH_DN i CH_UP ustawiana jest (i jednocześnie wyświetlana) częstotliwość z zakresu 88 MHz...108 MHz. Ustawiona częstotliwość jest zapamiętywana w pamięci EEPROM po naciśnięciu klawisza ACC. Ponieważ tuner nie ma dekodera RDS, to postanowiłem dodać możliwość przypisania każdemu z programów nazwy stacji. Klawiszami CH_UP i CH_DN można wybrać jedną z nazw wprowadzonych do programu popularnych ogólnopolskich stacji radiowych: Program IPR, TROJKA, RMFM, RadioZet itp. Ponadto można wprowadzić nazwę dwu programów lokalnych Lokalny I i Lokalny II. Jeżeli sposób wprowadzania nazw nie przypadnie komuś do gustu lub zaprogramuje stację, dla której żadna nazwa nie pasuje, to może wybrać puste pole (bez nazwy stacji). Zaprogramowana nazwa stacji jest wyświetlana w dolnej linii wyświetlacza. Po wprowadzeniu nazwy stacji i naciśnięciu klawisza FUN można powtórzyć proces programowania następnej stacji. Jeżeli jednak przyciśniemy klawisz ACC, to funkcja programowania jest zakończona i program przechodzi do menu głównego odbioru stacji UKF FM.

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

W ofercie AVT są dostępne:
 - [AVT-436A] płytki drukowane



Jesteś elektronikiem?
Masz napęd DVD?

Ale nie masz płyty DVD
z kompletnym archiwum 12 lat
Elektroniki Praktycznej!

Płyta dostępna w cenie 60 zł*. Cena dla prenumeratorów - 10 zł.

* plus koszty wysyłki