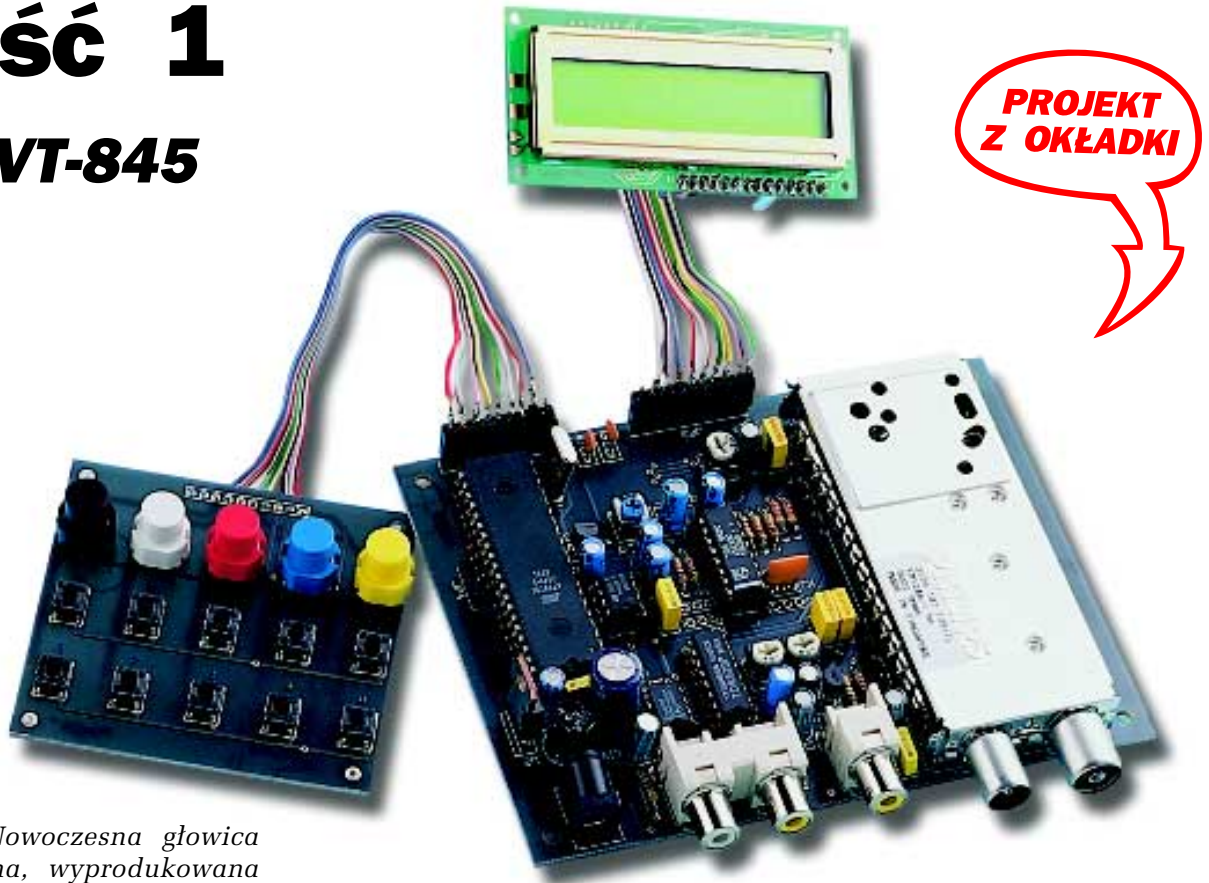


Stereofoniczny tuner radiowo-telewizyjny, część 1

kit AVT-845



Nowoczesna głowica telewizyjna, wyprodukowana przez Philipsa, posłużyła nam do zaprojektowania tunera radiowo-telewizyjnego o bardzo "przyzwoitych" parametrach.

Dzięki wyrafinowanej współczesnej technologii i miniaturyzacji, nawet osoby z niewielkim doświadczeniem mogą same zbudować urządzenie o dużych możliwościach funkcjonalnych.

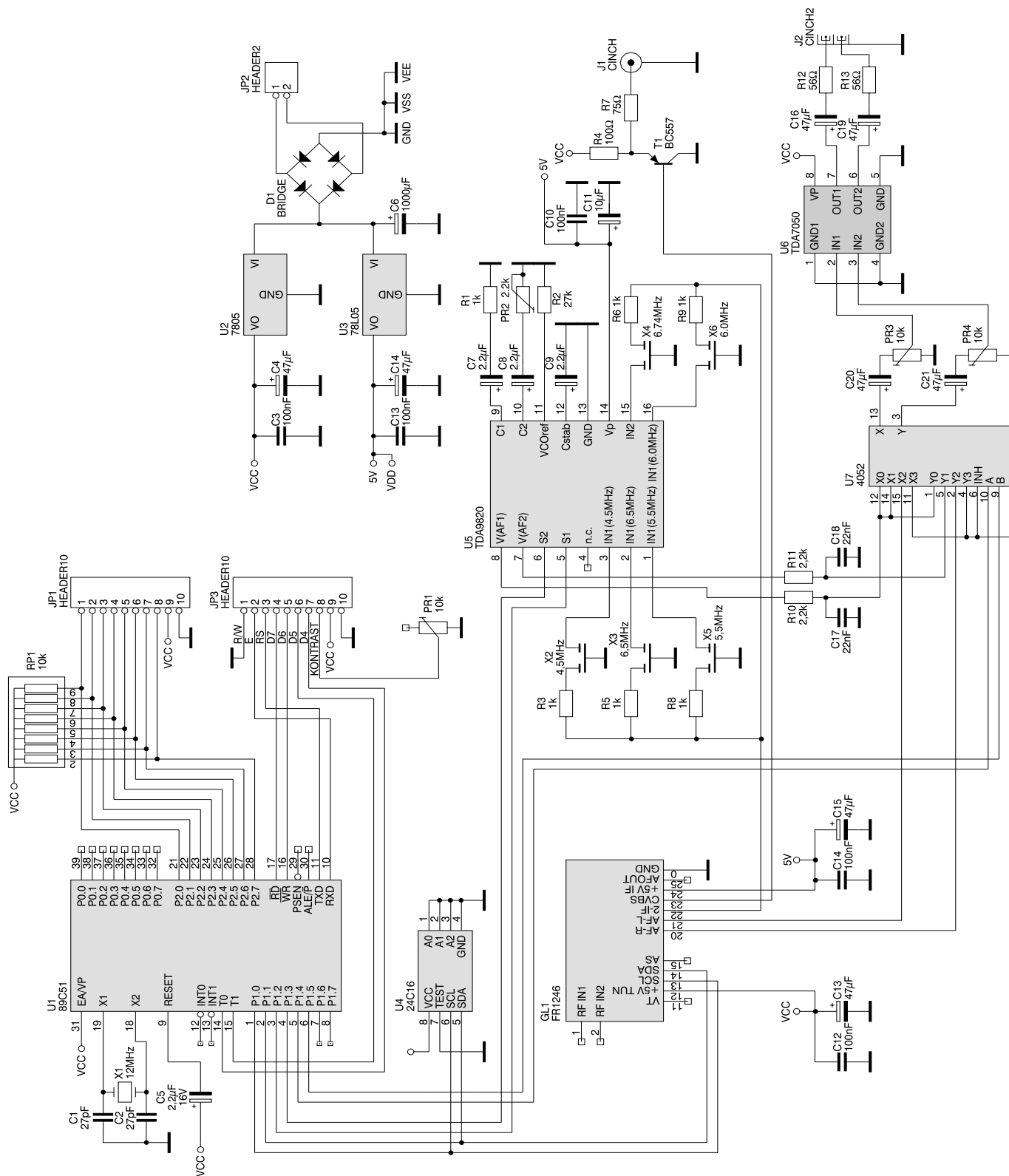
Kiedy po raz pierwszy wziąłem do ręki moduł głowicy FM1246, małe metalowe pudełko o wymiarach 90 x 35mm i wadze około 50g, z pewnym rozbowieniem pomyślałem, że trzymam w ręce, pod względem funkcjonalnym, połowę odbiornika telewizyjnego.

Można zrozumieć moje zaskoczenie, jeżeli samemu pamięta się jeszcze takie egzotyczne, wielkie i ciężkie konstrukcje, jak telewizor Rubin czy jego półprzewodnikowych następców. W odbiornikach tych bloki sygnałowe wysokiej, pośredniej i niskiej częstotliwości zajmowały sporo miejsca, a ich strojenie bez specjalistycznego sprzętu nie należało do najprzyjemniejszych. Tymczasem funkcje wszystkich tych układów mieszczą się w jednej małej głowicy, na wyjściach której można otrzymać gotowy do wyświetlenia

na monitorze sygnał wizji, a także dźwięk m. cz. wymagający jedynie wzmacniacza i głośnika.

Więcej nawet - głowica zawiera w sobie kompletny tuner radiowy FM! Wszystkimi funkcjami głowicy steruje magistrala cyfrowa I²C. Trudno wyobrazić sobie dogodniejsze rozwiązanie bloków sygnałowych w odbiorniku telewizyjnym.

Do powstania głowicy, będącej przedstawicielką większej rodziny typów różniących się między sobą właściwościami i możliwościami, z pewnością przyczyniły się komputery i rozwój świata multimedialnego. Głowica jest bowiem wyraźnie przeznaczona do zastosowania w kartach tunerów telewizyjnych dla komputerów osobistych, ale także wszędzie tam, gdzie ma się do czynienia z odbiorem sygnału telewizyjnego bądź radiowego. Prezentowany przez



Rys. 1. Schemat elektryczny tunera.

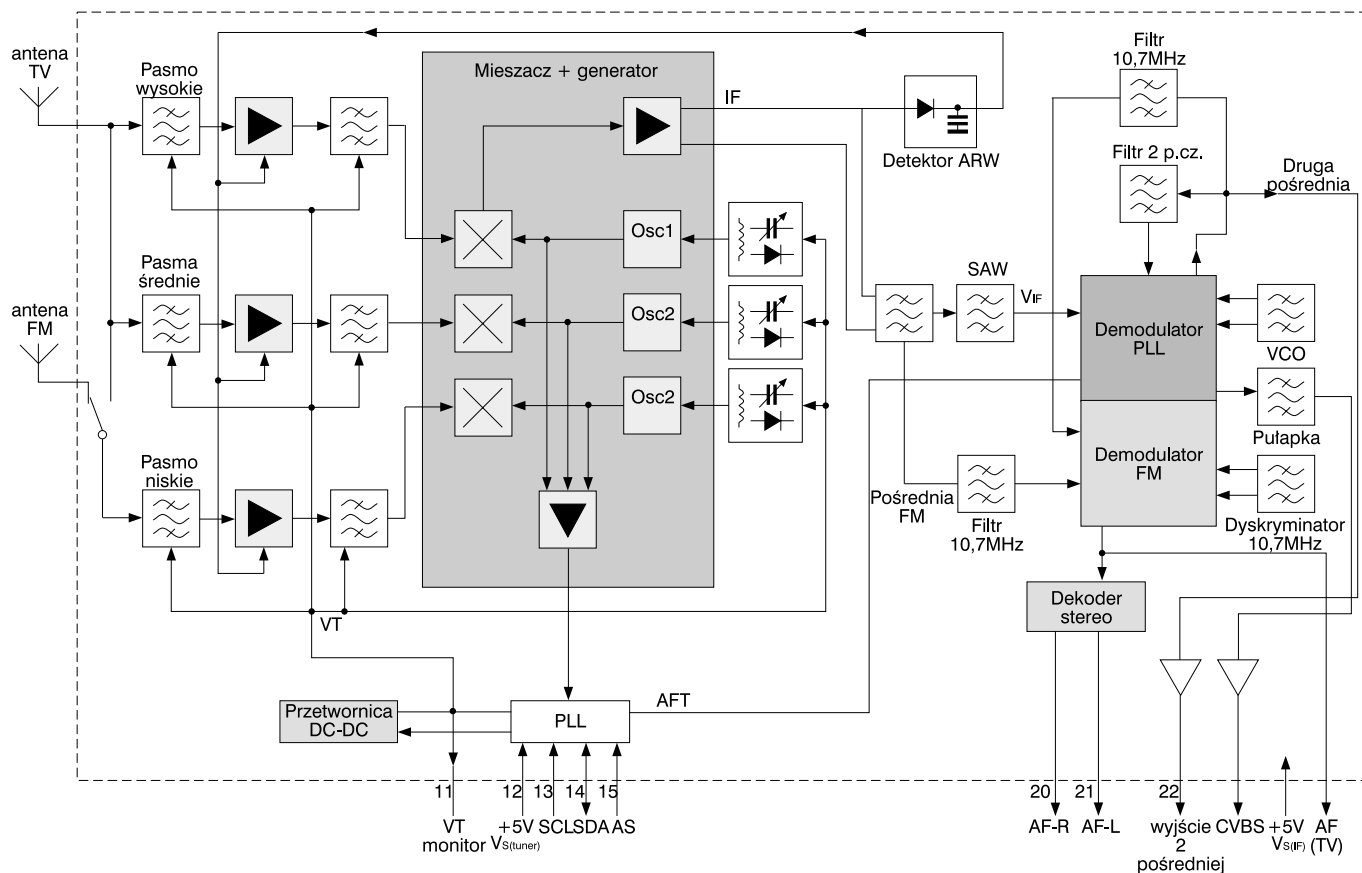
nas tuner, którego schemat ideowy przedstawiono na rys. 1, jest jednym z możliwych wariantów zastosowania głowicy. Być może Czytelnicy zechcą sami wykorzystać głowicę w inny sposób. Żeby to ułatwić, przedstawię bliżej właściwości najważniejszych ukła-

dów, z których zbudowany jest układ tunera radiowo-telewizyjnego.

Na początek jednak kilka słów o standardach przesyłania sygnału telewizyjnego. Informacje te okażą się być może potem przydatne do łatwiejszego zrozumienia działania układu.

Standardy telewizyjne

Telewizja w takiej postaci jaką znamy obecnie, a więc analogowa, jest wynalazkiem, który ma za sobą już kilkudziesięcioletnią przeszłość. Prace badawcze i zaczątki sieci telewizyjnych rozwijane były w latach 30. naszego



Rys. 2. Schemat elektryczny modułu głowicy FM1246.

wieku, w takich krajach jak Wielka Brytania, Niemcy oraz Stany Zjednoczone. Chyba warto przypomnieć, że także w Polsce przed wybuchem wojny przeprowadzono pierwsze udane transmisje telewizyjne. Prawdziwa eksplozja telewizji nastąpiła jednak na przełomie lat 50. i 60., kiedy odbiorniki zaczęły pojawiać się praktycznie w każdym zakątku świata. Wraz z tym rozwojem pojawiła się konieczność ustanowienia pewnych standardów technicznych, związanych ze strukturą sygnału telewizyjnego i jego przesyłaniem do odbiorcy. Ekonomia i polityka, która w przypadku telewizji wciąż odgrywa dużą rolę, sprawiły, że świat zdominowany został przez trzy systemy telewizji: amerykański NTSC, jego niemiecką modyfikację PAL oraz francuski SECAM. Wszystkie państwa na świecie zdecydowały się w pewnym okresie na wybranie jednego z tych trzech systemów jako obowiązującego na swoim terytorium.

Pomimo zasadniczych podobieństw, każdy z systemów inaczej definiuje szczegóły sygnału telewizyjnego, a główne różnice

srowadzą się do odmiennych sposobów kodowania koloru i fonii oraz różnej liczby linii obrazu. Z tego powodu odbiorniki przystosowane do pracy w jednym systemie mają poważne kłopoty przy odtwarzaniu sygnału innych systemów. Przypomnijmy, że Polska z powodów politycznych przez wiele lat należała do strefy SECAM. Wydarzenia 1989 roku spowodowały także zmiany i w tej dziedzinie. Telewizja publiczna i nowo powstające telewizje komercyjne zdecydowały się nadać w systemie PAL, który w opinii wielu specjalistów jest technicznie nieco lepszy od konkurencji, np. SECAM-u.

Niezależnie od systemu, najczęściej sygnał telewizyjny dociera do odbiorcy w postaci zmodulowanej fali nośnej w.cz. Zazwyczaj przesyłane w ten sposób informacje o obrazie i kolorze modulują amplitudę fali nośnej (modulacja AM), natomiast fonia moduluje jej częstotliwość (modulacja FM). Jak łatwo można się domyślić, także i tutaj istnieje wiele różnych standardów. Różnią się one między sobą szerokością pasma zajmowanego przez

przesyłany obraz, usytuowaniem w widmie częstotliwości sygnału kodującego kolor, dźwięk itp. Aby wprowadzić w tym zamieszaniu nieco porządku, przyjęło się oznaczać te standardy sygnału dużymi literami alfabetu. Każdy posiadacz odbiornika telewizyjnego lub magnetowidu znajdzie takie oznaczenie na tylnej ściance obudowy w okolicy gniazd antenowych lub w instrukcji obsługi. W Polsce obowiązujący system D/K oznacza, że szerokość pasma zajmowanego przez sygnał wizji wynosi 6MHz, podnośna koloru przesunięta jest w stosunku do częstotliwości nośnej o 4,43MHz, a przesunięcie częstotliwości fonii w stosunku do częstotliwości nośnej wynosi 6,5MHz. Oczywiście, sprzęt może także odbierać sygnały w innych standardach, o ile jest do tego przystosowany. Zestawienie oznaczeń standardów i ich niektórych parametrów podane zostało w **tab. 1**.

Kolejnym ważnym problemem jest podział częstotliwości przydzielanych poszczególnym nadawcom. Ponieważ nadawców audycji telewizyjnych może być

wielu, a żaden z nich nie chce, aby jego sygnał był zagłuszany przez konkurencję, podzielono wyodrębniony zakres częstotliwości na mniejsze podzakresy nazywane kanałami, które następnie przydzielane są konkretnym nadawcom. Także i w tym przypadku, w zależności od regionu świata istnieją pewne różnice w nazewnictwie i zakresach częstotliwości (szczególnie niższych, które były eksploatowane wcześniej), ale wspólny interes wymusił względne ujednoczenie podziału częstotliwości na kanały. Dla systemu CCIR podział ten przedstawia się następująco:

- kanały 2..4: zakres od 47MHz do 61MHz ze skokiem co 7MHz,
- kanały 5..12: zakres od 174MHz do 223MHz ze skokiem co 8MHz,
- kanały 12..69: zakres od 470MHz do 854MHz ze skokiem co 8MHz.

Upowszechnienie się telewizji kablowej wprowadziło jeszcze dodatkowe kanały kablowe. W przypadku sieci, rozmieszczenie poszczególnych stacji telewizyjnych na konkretnych kanałach zależy jedynie od decyzji jej właściciela. Bywa tak, że sygnały telewizji, za których odbiór należy dodatkowo zapłacić, są kodowane i umieszczane na wyższych kanałach. Na doprowadzenia odbiorców korzystających ze wspólnej sieci, ale nie wpłacających dodatkowego abonamentu, zakładane są filtry dolno-przepustowe odcinające sygnał płatnych stacji. Reasumując, nowoczesny odbiornik a więc i jego głowica, powinien zapewniać odbiór sygnału w pełnym zakresie pasma telewizyjnego, począwszy od 45MHz do 860MHz.

Ograniczając się w tym miejscu do tych paru uwag o standardach telewizyjnych można jeszcze tylko dodać, że zamieszanie z tym związane nie skończy się prędko. Chociażby pojawienie

się w telewizji dźwięku stereofonicznego zaowocowało kilkoma sposobami jego transmisji. W jednej z wersji dodatkowy kanał przesyłany jest poprzez kolejną podnośną foni, w innych rozwiązaniach dźwięk jest przesyłany cyfrowo (system NICAM). Można sobie tylko wyobrazić, jakie spory wynikną, gdy na serio zacznie być wprowadzana telewizja wysokiej rozdzielczości (HDTV) lub telewizja interaktywna. Tym razem jednak decyzje podejmą nie tylko politycy, ale i szefowie wielkich koncernów, a pośrednio każdy z nas, kupujący te, a nie inne wyroby.

Budowa głowicy

Czytelnicy, którzy przebrnęli przez wcześniejsze uwagi o standardach orientują się już zapewne, jak skomplikowane zadanie stanęło przed konstruktorami Philipsa. Ostatecznie stworzona została cała rodzina układów o podobnych parametrach w.c.z. i sposobie sterowania, różniących się między sobą głównie sposobem dekodowania fonii. Na **rys. 2** pokazano wewnętrzną budowę modułu.

Głowica posiada dwa niezależne, przełączane wejścia antenowe dla sygnału telewizyjnego i radiowego. Sygnały te poddawane są wielostopniowemu wzmocnieniu i filtracji, a następnie detekcji. Detekcja zachodzi w demodulatorach z pętlą fazową, które w prosty sposób można sterować rozkazami przesyłanymi cyfrową magistralą I²C. Rozkazy sterują nie tylko pracą demodulatorów, ale także oscylatora i mieszacza w.c.z., co umożliwia wybieranie i zmianę odbieranego kanału telewizyjnego lub stacji radiowej FM. Selektowność układu poprawiają filtry z falą powierzchniową SAW, ograniczające przy okazji liczbę koniecznych do zestrojenia elementów indukcyjnych.

Największe różnice pomiędzy poszczególnymi rodzajami głowic dotyczą części układu za demodulatorami fonii. I tak np. głowica FR1216 pozbawiona jest demodulatora FM, a użytkownik z odpowiedniego wyprowadzenia może pobrać sygnał radiowej częstotliwości pośredniej FM (10,7MHz) i samemu poddać go detekcji w dodatkowym zewnętrznym układzie. Głowice oznaczone symbolami FM1236, FM1246 i FM1256 posiadają dwa wyjścia dźwięku stereo, natomiast różnią się częstotliwością podnośnej fonii. Z tych powodów niektóre wyprowadzenia różnych typów głowic mogą mieć inne funkcje i wykorzystując je należy zawsze sięgnąć do ich dokumentacji technicznej.

Opis wyprowadzeń i rozkazów sterujących głowicy FM1246

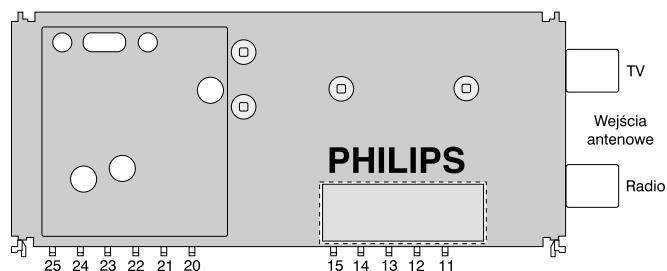
Ponieważ tuner radiowo-telewizyjny wykorzystuje moduł FM1246, opisane zostaną funkcje i rozkazy tej właśnie głowicy. Są one identyczne lub bardzo podobne do funkcji i rozkazów innych głowic rodziny. Na **rys. 3** pokazano rozłożenie i numerację wyprowadzeń głowicy widzianej od góry.

Funkcje wyprowadzeń są następujące:

- 11 - podgląd napięcia strojenia;
- 12 - zasilanie +5V sekcji w.c.z.;
- 13 - linia SCL magistrali I²C;
- 14 - linia SDA magistrali I²C;
- 15 - wyprowadzenie wyboru adresu magistrali I²C;
- 20 - fonia (kanał R radia);
- 21 - fonia (kanał L radia);
- 22 - wyprowadzenie sygnału o częstotliwości pośredniej fonii podczas odbioru stacji TV;
- 23 - wyprowadzenie całkowitego sygnału wizji;
- 24 - zasilanie +5V sekcji pośredniej częstotliwości;
- 25 - wyjście fonii m.c.z. podczas odbioru stacji TV.

Tab. 1.

Standard	A	M	N	C	B/G	H	I	D/K	K1	L	E
liczba linii ramki	405	525	625	625	625	625	625	625	625	625	819
szerokość kanału (MHz)	5	6	6	7	7/8	8	8	8	8	8	14
szerokość pasma wizji (MHz)	3	4,2	4,2	5	5	5	5,5	6	6	6	10
podnośna fonii (MHz)	-3,5	+4,5	+4,5	+5,5	+5,5	+5,5	+6	+6,5	+6,5	+6,5	+11,15
modulacja fonii	AM	FM	FM	AM	FM	FM	FM	FM	FM	AM	AM



Rys. 3. Wygląd obudowy i rozmieszczenie wyprowadzeń głowicy FM1246.

Funkcje większości wyprowadzeń są oczywiste i nie wymagają dłuższych komentarzy. Głowica zasilana jest napięciem +5V, które dla zmniejszenia zakłóceń podawane jest poprzez osobne wyprowadzenia do sekcji wielkiej i pośredniej częstotliwości. Masę stanowi metalowa obudowa głowicy. Na wyjście 23 podawany jest po detekcji całkowity sygnał wizyjny o standardowej amplitudzie 1Vpp na oporności 75Ω. Na wyjściu 25 dostępna jest fonia telewizyjna, a wyprowadzenia 20 i 21 to radiowe kanały: stereo prawy i lewy, których amplituda dla sygnału testowego może wynosić 50..150mV. Na wyprowadzeniu 22 dostępny jest sygnał o częstotliwości pośredniej fonii. W przypadku telewizyjnej transmisji dźwięku stereofonicznego może ona służyć do detekcji drugiego kanału lub w ogóle do detekcji w zewnętrznym układzie fonii (właśnie takie rozwiązanie zastosowano w projekcie tunera - o powodach jednak dopiero za chwilę). Napięcie strojenia obwodów wejściowych i oscylatora, wyprowadzone na nóżkę 11, służy do podglądu i może być wykorzystane w niektórych aplikacjach. Wreszcie wyprowadzenia 13 i 14, to zgodne ze standardem linie magistrali I²C. Rozkazami przesyłanymi tą magistralą steruje się wszystkimi funkcjami głowicy. Wyprowadzenie 15 współpracuje z dwiema wymienionymi wcześniej liniami. Za jego pomocą można zmieniać adres przypisany konkretnej głowicy, co umożliwia pracę w jednym systemie do 4 głowic. Zmiana adresu odbywa się poprzez przyłożenie do wyprowadzenia 15 napięcia o odpowiedniej wartości. Wewnętrzne komparatory detekują jego poziom i ustawiają wewnętrzny adres wywołania, przy ja-

kim głowica będzie odpowiadała na transmisję magistralą I²C. Napięciem odniesienia jest napięcie zasilania +5V. W przypadku pozostawienia tego wyprowadzenia nie podłączonego, automatycznie przyjmuje ono poziom odpowiadający adresowi wywołania C2h.

Transmisja magistralą I²C do głowicy odbywa się według następującego wzoru:

Start + ACK + ADR + Db1 + ACK + Db2 + ACK + Cb + ACK + Pb + ACK + Stop

gdzie:

Start - ustawienie na liniach SDA i SCL sekwencji startu transmisji;

ACK - sygnał potwierdzenia z głowicy;

ADR - adres głowicy (dla zapisu najmłodszy bit adresu zawsze 0);

Db1 - pierwszy bajt podzielnika;

Db2 - drugi bajt podzielnika;

Cb - bajt sterujący ustawieniem bitów kontrolnych;

Pb - bajt sterujący ustawieniem wewnętrznych portów głowicy;

Stop - ustawienie na liniach SDA i SCL sekwencji końca transmisji.

Transmisję można w dowolnym momencie przerwać ustawiając na liniach SDA i SCL sekwencję Stop bezpośrednio po sygnale potwierdzenia ACK.

Pracę głowicy nadzorują 4 rejestry sterujące: Db1, Db2, Cb i Pb, do których odpowiednie wartości zapisywane są podczas transmisji magistralą I²C. W tab. 2 podano oznaczenia i usytuowanie w tych rejestrach poszczególnych bitów. Dodatkowo zaznaczony został bajt adresu wysyłany w czasie transmisji jako pierwszy.

Teraz, w kolejności w jakiej pojawiają się w zestawieniu, zostaną podane opisy poszczególnych bitów i ich wpływ na funkcjonowanie głowicy.

MA1, MA0

Ustawienie tych bitów w bajcie adresu koresponduje z adresem głowicy wybranym poziomem na-

pięcia na wyprowadzeniu 15 głowicy. Wzajemną zależność pokazano w tab. 3.

Db1, Db2

Dwa bajty podzielnika sterują pętlą fazową i oscylatorem w.cz., a ich wartość określa odbieraną częstotliwość (a więc i kanał telewizyjny). Do obliczenia tych dwóch bajtów należy znać wartość częstotliwości, którą chcemy odbierać (Frf) oraz częstotliwość pośrednią wizji (Fif), obie wyrażone w megahercach. Wartość Fif określona w standardzie wynosi 38,9MHz. Wartość podzielnika oblicza się korzystając ze wzoru:

$$N = 16(Frf + Fif)$$

Przykładowo, chcąc obliczyć wartości, które należy wpisać do bajtów sterujących Db1 i Db0, gdy chcemy odbierać kanał 5, dla którego częstotliwość wynosi 175,25MHz, należy wykonać następujące działanie:

$$(175,25 + 38,9) * 16 = 3426,4$$

Po odrzuceniu części ułamkowej do bajtów podzielnika należy wpisać następujące wartości:

Db1 00001101

Db0 01100010

W przypadku obliczenia podzielnika dla częstotliwości radiowych FM należy posłużyć się następującym wzorem:

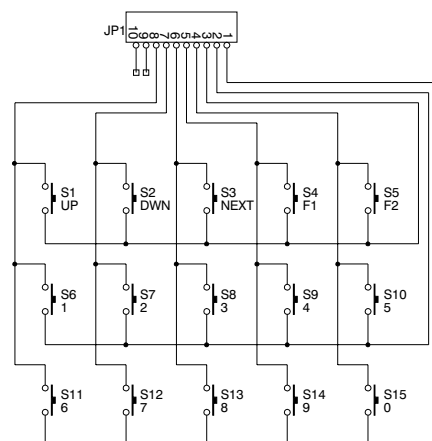
$$N = (Frf + Fif) / \text{step}$$

gdzie:

Frf - odbierana częstotliwość (MHz);

Fif - częstotliwość pośrednia FM (10,7MHz);

step - krok strojenia (wartość tę ustawia się w innym rejestrze, o czym za chwilę).



Rys. 4. Schemat połączeń klawiatury tunera.

Bajt sterujący Cb

b.7 - ten bit ma zawsze wartość 1;
b.6 - CP sterowanie pompy ładunkowej pętli PLL

Ustawienie tego bitu wpływa na zachowanie pętli PLL. Wartość 1 powinna być ustawiona dla tego bitu w przypadku, gdy głowica pracuje w trybie odbioru stacji telewizyjnych i podczas zmiany zakresu pasma radiowego. W czasie normalnego odbioru stacji radiowej bit powinien być wyzerowany. Spowoduje to polepszenie jakości odbieranego sygnału i zmniejszenie poziomu szumów.

b.5-3 - bity testowe

Producent zaleca, aby w czasie pracy głowicy bity **T2** i **T1** miały wartość 0, natomiast **T0** miał wartość 1.

b.2-1 - RSA i RSB

Ustawienie tych bitów określa rozmiar kroku przestrajania głowicy. Określa on, o ile kHz zmieni się wartość odbieranej częstotliwości po zwiększeniu lub zmniejszeniu o 1 wartości wpisanej do bajtów Db1 i Db2.

RSA	RSB	rozmiar kroku przestrajania
x	0	50kHz dla zakresu radiowego FM
0	1	31,25kHz dla precyzyjnego podstrajania podczas odbioru stacji telewizyjnych
1	1	62,50kHz dla normalnego strojenia podczas odbioru stacji telewizyjnych

b.0 - OS

Wpisanie na pozycji tego bitu wartości 1 powoduje wyłączenie pompy ładunkowej. W czasie normalnej pracy bit powinien być wyzerowany.

Bajt sterujący Pb

Bity tego bajtu sterują 8 liniami wewnętrznego portu głowicy. Ustawienie odpowiednich poziomów na wyjściach tego portu wywołuje grupę niezwykle ważnych funkcji głowicy.

1. Wybór podzakresu bity portów

	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	P0
zakres FM:	1	0	1	0	x	1	x	x
niskie częstotliwości TV:	1	0	1	0	x	0	x	x
średnie częstotliwości TV:	1	0	0	1	x	0	x	x

wysokie częstotliwości TV:

0 0 1 1 x 0 x x

Ze względów technologicznych głowica nie jest przestrajana w pełnym zakresie odbieranych częstotliwości, lecz wstępnie dzielony jest on na podzakresy, a wyboru dokonuje się poprzez ustawienie portu. Częstotliwości, które pokrywają poszczególne podzakresy są następujące:

- zakres radiowy FM 87,8..108MHz;
- niskie częstotliwości TV 45,75..170MHz;
- średnie częstotliwości TV 170..450MHz;
- wysokie częstotliwości TV 450..855,25MHz.

2. Funkcje telewizyjne funkcja: bity portów

	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	P0
tryb ograniczonego poboru mocy:	x	x	x	x	0	0	0	1
zmiana polaryzacji sygnału wizji:	x	x	x	x	0	0	0	0

Dla ograniczenia poboru prądu poniżej 100mA można wprowadzić głowicę w stan uśpienia za pomocą podanej wyżej sekwencji ustawień portu.

3. Funkcje radiowe funkcja: bity portów

	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	P0
odczyt wskaźnika dostrojenia:	x	x	x	x	0	1	0	1
poziom sygnału antenowego:	x	x	x	x	1	1	0	0
tryb mono:	x	x	x	x	1	1	1	0
wyciszenie dźwięku:	x	x	x	x	1	1	0	0

Dwie pierwsze funkcje zostaną omówione w części dotyczącej odczytu z głowicy bajtu statusowego. Dwie ostatnie funkcje dotyczą natomiast przełączania wyjść radiowych m.cz. w tryb mono i wyciszenia wyjść m.cz., co w niektórych aplikacjach może być wykorzystywane w czasie przestrajania głowicy na nową, wybraną przez użytkownika częstotliwość.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- PR1, PR3, PR4: 10kΩ potencjometr miniaturowy
- PR2: 2,2kΩ potencjometr miniaturowy
- R10, R11: 2,2kΩ
- R1, R3, R5, R6, R8, R9: 1kΩ
- R2: 27kΩ
- R4: 100Ω
- R7: 75Ω
- R12, R13: 56Ω
- RP1: drabinka oporników 10kΩ

Kondensatory

- C1, C2: 27pF
- C3, C10, C12, C14: 100nF
- C4, C13, C15, C16, C19, C20, C21: 47μF
- C5: 2,2μF/16
- C6: 1000μF/25
- C7, C8, C9: 2,2μF
- C11: 10μF
- C17, C18: 22nF

Półprzewodniki

- D1: mostek prostowniczy okrągły W005
- T1: BC557
- U1: 89C51 zaprogramowany
- U2: 7805
- U3: 78L05
- U4: 24C16 pamięć EEPROM
- U5: TDA9820
- U6: TDA7050 w obudowie DIP lub do montażu powierzchniowego
- U7: 4052

Różne

- GL1: FR1246 głowica radiowo-telewizyjna
- JP2: gniazdo zasilania
- J1: 1/2 podwójnego gniazda CINCH
- J2: podwójne gniazdo CINCH
- X1: 12MHz
- X3: 6,5MHz filtr piezoceramiczny podstawka DIL-16 (2 szt.)
- podstawka DIL-8 (2 szt.)
- podstawka DIL-40 (1 szt.)
- wyświetlacz LCD 1 x 16 znaków
- przyciski plastikowe (różnokolorowe) (5 szt.)
- przyciski miniaturowe (10 szt.)
- goldpin 1x10 2 szt.
- Z-BL 10/16 2 szt.

Tab. 2.

Nazwa bajtu	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
adres Adr	1	1	0	0	0	MA1	MA0	0
1 bajt podzielnika Db1	0	n14	n13	n12	n11	n10	n9	n8
2 bajt podzielnika Db2	n7	n6	n5	n4	n3	n2	n1	n0
bajt sterujący Cb	1	CP	T2	T1	T0	RSA	RSB	OS
bajt sterujący Pb	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	P0

Głowice z omawianej rodziny tunerów radiowo-telewizyjnych, w tym głowica FM1246, umożliwiają przekazanie układowi sterującemu pewnych informacji o swoim stanie poprzez bajt statusu. Bajt ten odczytywany jest z głowicy wtedy, gdy najmłodszy bit adresu wysyłanego magistralą I²C będzie miał wartość 1. Bajt ten transmitowany jest magistralą w następującej sekwencji:

Start+Adr+ACK+Sb+Stop

gdzie:

Start - ustawienie na liniach SDA i SCL sekwencji startu transmisji;

ACK - sygnał potwierdzenia z układu sterującego;

Adr - adres głowicy (najmłodszy bit adresu 1);

Sb - bajt statusu;

Stop - ustawienie na liniach SDA i SCL sekwencji końca transmisji.

Struktura bajtu statusu jest następująca:

bity: b.7 b.6 b.5 b.4

Sb **POR** **FL** **I2** **I1**

bity: b.3 b.2 b.1 b.0

Sb **I0** **A2** **A1** **A0**

b.7 - POR

Poziom wysoki tego bitu sygnalizuje, że napięcie zasilania ma poziom niższy od 3V

b.6 - FL

Poziom wysoki tego bitu sygnalizuje, że głowica jest stabilnie wstrojona do zadanej częstotliwości.

b.5..3 - I2, I1, I0

Bity przekazujące informację o stanie odpowiadających im linii P2, P1 i P0 portu.

b.2..0 - A2, A1, A0

Bity wewnętrznego 5-poziomowego konwertera A/D. Zależnie od ustawienia linii P3..0 portu, przekazują informacje o poziomie odbieranego sygnału bądź o stanie pracy bloku ARCz głowicy. W przypadku dokładnego wstrojenia się głowicy, wartość przekazywana przez te bity jest równa 2. Odczyt wartości mniejszych sygnalizuje odstrojenie głowicy w dół, a wartości wyższe sygnalizują odstrojenie głowicy w górę, odpowiednio o 62,5kHz i 125kHz.

Krótki opis schematu ideowego tunera

Najważniejszym elementem tunera jest oczywiście nasza głowica. Ponieważ jednak wszystkie jej funkcje sterowane są poprzez magistralę I²C, niezbędny jako pośrednik między nią a użytkownikiem staje się sterownik procesorowy 89C51 z odpowiednim programem obsługi. Do portu P2 dołączana jest zewnętrzna, 15-przyciskowa klawiatura, której schemat pokazano na rys. 4. Niektóre z wyjść portu P3 sterują 16-znakowym wyświetlaczem alfanumerycznym LCD. Sterownik za pomocą klawiatury i wyświetlacza komunikuje się z użytkownikiem, steruje głowicą, układem dekode-

Tab. 3.

MA1	MA0	Adres	napięcie na wyjściu 15
0	0	C0h	0..0,1Vs
0	1	C2h	0,2..0,3Vs
1	0	C4h	0,4..0,6Vs
1	1	C6h	0,9..1Vs

ra U5, multiplekserem sygnałów fonii U7 oraz zapisuje i odczytuje parametry zaprogramowanych stacji w pamięci EEPROM U4. Multiplekser służy do przełączania między dźwiękiem radiowym i telewizyjnym oraz, zależnie od wybranej opcji, pomiędzy mono a stereo. Na wyjściu niewielki wzmacniacz m.cz. pozwala odsłuchiwać dźwięk przez słuchawki lub małe głośniki o niewielkiej mocy. Sygnał wideo podawany jest na wyjście J1, które powinno być zamknięte obciążeniem 75Ω. Dla zmniejszenia zakłóceń generowanych przez sterownik, które mogą wpływać na jakość sygnałów wyjściowych wizji i fonii, rozdzielono napięcie zasilania procesora i najbardziej wrażliwych obwodów tunera, a na płycie drukowanej masy układu połączono ze sobą tylko w jednym miejscu.

Ryszard Szymaniak, AVT
ryszard.szymaniak@ep.com.pl

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/pcb.html> oraz na płycie CD-EP01/2000 w katalogu PCB.