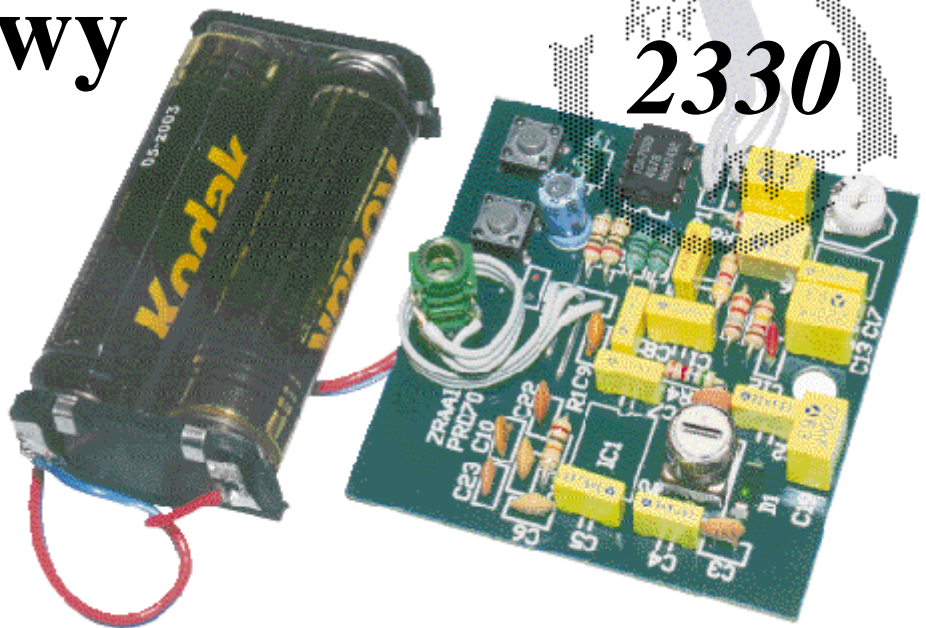


Miniaturowy odbiornik FM stereo

2330

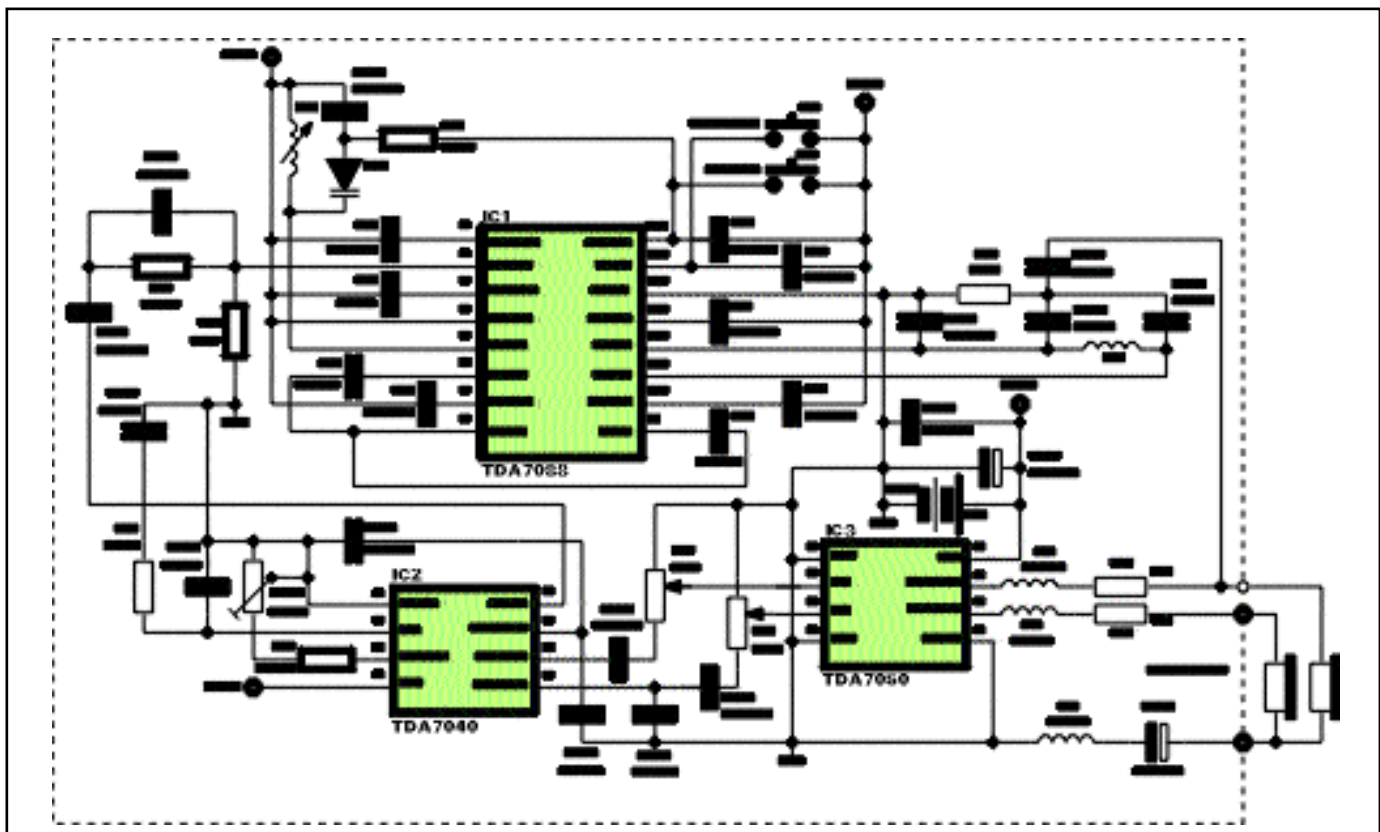


W moich artykułach zamieszczanych na łamach Elektroniki dla Wszystkich zawsze odżegnywałem się od jakichkolwiek kontaktów z radiotechniką. Bałem się jak diabeł święconej wody nawijania cewek, strojenia obwodów w.cz. i p.cz., dopasowywania anten i innych czynności powszechnie nie lubianych przez elektroników. Niestety, było to trochę chowanie głowy w piasek, które spowodowało przegapienie oczywistego faktu: przy obecnym stanie rozwoju technologii półprzewodnikowej nie ma już potrzeby wykonywania tych wszystkich niecierpia-

nych czynności i obecnie wykonanie prostego odbiornika radiowego o przyzwoitych parametrach technicznych jest sprawą dziecinnie prostą. Pamiętam jeszcze moje pierwsze, oczywiście nieudane próby wykonania odbiornika FM: zakończyły się one totalną klęską już na etapie stopnia pośredniej częstotliwości, pomimo zastosowania fabrycznej, zestrojo-

nej głowicy w.cz. Cisnąłem ten „odbiornik FM” do kosza i nie dotarłem nawet do krytycznego momentu strojenia dekodera stereo. Tylko z relacji kolegów wiem, że była to ongiś czynność bardzo skomplikowana i rzadko w warunkach amatorskich uwierczana sukcesem.

Obecnie wszystko się zmieniło, przynajmniej w przypadku budowy prostych



Rys. 1 Schemat ideowy

odbiorników radiowych o niezbyt „wyśrubowanych” parametrach. Proponowany dzisiaj układ będzie zawierał tylko jedną strojoną indukcyjność: fabrycznie wykonaną cewkę, którą zestroić będziemy mogli „na słuch”, starając się uzyskać maksymalną liczbę odbieranych stacji. Drugim elementem strojeniowym będzie potencjometr montażowy służący do wyregulowania dekodera stereo. Także tę czynność będziemy mogli z powodzeniem wykonać bez jakichkolwiek kosztownych przyrządów pomiarowych, kierując się jedynie oceną jakości odbieranego sygnału stereofonicznego.

A teraz wielka prośba do moich Czytelników: nie patrzcie jeszcze na rysunek przedstawiający płytkę obwodu drukowanego naszego odbiornika FM stereo i cierpliwie wysłuchajcie, co mam Wam do powiedzenia. Proponowany układ wykonany jest z wykorzystaniem trzech układów scalonych, w tym z dwóch zrealizowanych w technologii SMD! Wiem, że niektórych z Was ogarnęło przerażenie, ale zupełnie niesłusznie. Z pewnością każdy z Was poradzi sobie z przylutowaniem tych dwóch układów, oczywiście pod warunkiem przestrzegania zawartych w dalszej części artykułu wskazówek. Nie odwróćmy biegu czasu i postępu w technologii budowy układów elektronicznych: montaż w technice SMD istnieje, staje się coraz bardziej popularny i prędzej czy później musimy się nim zająć! Starłem się zresztą za pierwszym razem „oszczędzić” moich Czytelników i zastosowałem tylko te dwa układy scalone w technologii SMD. Pozostała część układu będzie montowana tradycyjnie, pomimo że spowodowało to znaczne zwiększenie wymiarów płytki obwodu drukowanego.

Opracowany przeze mnie układ odbiornika FM jest, poza wspomnianymi wyżej elementami SMD, bardzo łatwy w montażu i nie wymaga jakiegokolwiek uruchamiania. Dlatego też jego wykonanie mogę z czystym sumieniem polecić nawet zupełnie początkującym elektronikom, którzy powinni być dumni z pierwszego własnoręcznie wykonanego radioodbiornika.

Opis

Schemat elektryczny układu odbiornika FM stereo został pokazany na **rysunku 1**. Możemy podzielić go, podobnie jak schematy większości odbiorników radiowych, na trzy bloki funkcjonalne: blok tunera UKF zrealizowany na układzie scalonym TDA7088, blok dekodera sygnału stereo wykonany w oparciu o układ TDA7040 i wzmacniacz wyjściowy, którego rolę pełni podwójny scalony wzmacniacz mocy TDA7050. Omówimy teraz kolejno działanie poszczególnych bloków, rozpoczynając od tunera.

Każdy nowoczesny tuner (odbiornik radiowy pozbawiony układów wyjściowych) musi składać się z następujących elementów:

1. Układu wejściowego zawierającego obwód antenowy i wzmacniacz w.c.z.

2. Układu generatora lokalnego (heterodyny) generującego częstotliwość równą częstotliwości fali nośnej odbieranej stacji radiowej powiększoną lub pomniejszoną o wartość częstotliwości pośredniej.

3. Układu mieszacza i wzmacniacza p.c.z. (pośredniej częstotliwości), którego zadaniem jest zmieszanie ze sobą przebiegu pochodzącego z radiostacji z przebiegiem tworzonym przez generator lokalny, a następnie wzmocnienie sygnału będącego efektem zdudnienia dwóch częstotliwości.

4. Mniej lub bardziej skomplikowanego układu przestrajania generatora lokalnego.

5. ARCz (automatycznej regulacji częstotliwości), którego zadaniem jest stabilizacja częstotliwości pracy generatora lokalnego.

6. Demodulatora, którego zadaniem jest odtworzenie z sygnału p.c.z. sygnału o częstotliwościach akustycznych

W „klasycznych” konstrukcjach radioodbiorników do zrealizowania wszystkich tych funkcji stosowano kilka układów scalonych, wiele strojonych indukcyjności i pojemności oraz dużą liczbę elementów dyskretnych. W naszym układzie wszystkie wymienione wyżej funkcje realizuje jeden, wyspecjalizowany układ scalony - kostka TDA 7088

Zdemodulowany sygnał akustyczny przechodzący przez układ automatycznego wyciszania, przy braku sygnału trafia do wyprowadzenia 2 układu TDA7088.

Cechę szczególną układu TDA7088T stanowi wygodne przestrajanie. Układ poszukiwania stacji z automatyczną regulacją częstotliwości (ARCz) jest uruchamiany przez naciśnięcie przełącznika SEARCH, połączonego z wyprowadzeniem 15 układu. Powoduje to podanie dodatniego impulsu na wejście ustawiające układu poszukiwania. Rozpoczyna się ładowanie kondensatora dołączonego do wyprowadzenia 16 układu. Narastające powoli napięcie na kondensatorze jest podawane na diodę pojemnościową w skład generatora sterowanego napięciem (VCO). W ten sposób odbywa się proces przestrajania odbiornika, który w momencie odebrania sygnału stacji jest przerywany przez sygnały pochodzące z układu wyciszania - „mute”. Następnie jest uruchamiany układ ARCz, utrzymujący wartość napięcia przestrajającego na poziomie odpowiadającym dostrojeniu do tej własnej stacji. Stan ten trwa do momentu ponownego naciśnięcia przełącznika uruchamiającego układ poszukiwania stacji. Poziom napięcia na kondensatorze ograniczony jest do zakresu 0...1,8V, co jest wartością znacznie niższą od minimalnego napięcia zasilania całego układu. Dioda pojemnościowa powinna być tak dobrana, by umożliwiła przestrojenie całego zakresu VHF przy zmianie napięcia w przedziale 0...1,8V. Naciśnięcie przełącznika zerującego układ poszukiwania stacji powoduje rozładowanie kondensatora i rozpoczęcie przeszukiwania od dołu pasma. Pewnym mankamentem układu TDA7088 jest fakt, że nie jest on w stanie zapamiętać częstotliwości odebranych stacji i każde przeszukiwanie zakresu UKF rozpoczyna się od początku. Jednak ta wada może być także i zaletą, np. w przypadku kiedy często zmieniamy miejsce pobytu, a tym samym przemierzamy się pomiędzy obszarami zasięgu różnych stacji nadawczych. Za każdym razem nasz odbiornik będzie odnajdywał stacje możliwe do odebrania, bez kłopotliwego ich programowania.

W naszym układzie wykorzystujemy wszystkie możliwości oferowane przez TDA7088. Cewka L2 wraz z kondensatorem C14 i diodą pojemnościową D1 tworzą obwód strojony generatora lokalnego. Obwód wejściowy został zbudowany z pojemności C21, C11, C10 i C23 oraz indukcyjności L1 (cewka utworzona ze ścieżek na płycie obwodu drukowanego). Istotną rolę podczas użytkowania naszego odbiornika pełnią dwa przyciski: RESET i SEARCH. Naciśnięcie przycisku RESET powoduje rozładowanie kondensatora C8 i automatyczne rozpoczęcie przeszukiwania zakresu. Po odebraniu wystarczająco silnego sygnału FM przeszukiwanie zostaje wstrzymane aż do momentu naciśnięcia przycisku SEARCH, które spowoduje ponowne rozpoczęcie przeszukiwania „w górę” pasma UKF.

Przejdźmy teraz do opisu kolejnego bloku funkcjonalnego odbiornika FM - deko-

strajania odbiornika, który w momencie odebrania sygnału stacji jest przerywany przez sygnały pochodzące z układu wyciszania - „mute”. Następnie jest uruchamiany układ ARCz, utrzymujący wartość napięcia przestrajającego na poziomie odpowiadającym dostrojeniu do tej własnej stacji. Stan ten trwa do momentu ponownego naciśnięcia przełącznika uruchamiającego układ poszukiwania stacji. Poziom napięcia na kondensatorze ograniczony jest do zakresu 0...1,8V, co jest wartością znacznie niższą od minimalnego napięcia zasilania całego układu. Dioda pojemnościowa powinna być tak dobrana, by umożliwiła przestrojenie całego zakresu VHF przy zmianie napięcia w przedziale 0...1,8V. Naciśnięcie przełącznika zerującego układ poszukiwania stacji powoduje rozładowanie kondensatora i rozpoczęcie przeszukiwania od dołu pasma. Pewnym mankamentem układu TDA7088 jest fakt, że nie jest on w stanie zapamiętać częstotliwości odebranych stacji i każde przeszukiwanie zakresu UKF rozpoczyna się od początku. Jednak ta wada może być także i zaletą, np. w przypadku kiedy często zmieniamy miejsce pobytu, a tym samym przemierzamy się pomiędzy obszarami zasięgu różnych stacji nadawczych. Za każdym razem nasz odbiornik będzie odnajdywał stacje możliwe do odebrania, bez kłopotliwego ich programowania.

Przejdźmy teraz do opisu kolejnego bloku funkcjonalnego odbiornika FM - deko-

Tabela 1

Parametr	Wartość		
	Min	Typ	Maks
Napięcie zasilania	1,8V		6V
Prąd zasilania		3mA	
Współczynnik zawartości harmoniczných		0,3%	
Stosunek sygnału do szumu		70dB	
Separacja kanałów		40dB	

Tabela 2

Parametr	Wartość		
	Min	Typ	Max
Napięcie zasilania	1,6V		6V
Całkowity prąd spoczynkowy (3V)		3,2mA	
Moc wyjściowa dla Robc = 32W przy zasilaniu 3V (na kanał)		35mW	
Moc wyjściowa dla Robc = 32W przy zasilaniu 4,5V (na kanał)		75mW	
Separacja kanałów		40dB	
Napięcie szumów na wyjściu		100mV	

dera sygnału stereo. Ten skomplikowany i przysparzający niegdyś konstruktorom wielu kłopotów układ został zrealizowany z wykorzystaniem zaledwie jednego osmiokońcówkowego układu scalonego, kilku elementów dyskretnych i jednego elementu regulacyjnego - potencjometru montażowego PR1. W tabeli 1 zebrano podstawowe dane techniczne tej kostki.

Jak widać, układ TDA7040 charakteryzuje się całkiem przyzwoitymi parametrami, nie kwalifikującymi go wprawdzie do klasy Top HiFi, ale zupełnie wystarczającymi do zastosowania go w amatorskim odbiorniczku radiowym.

Ostatnim blokiem funkcjonalnym układu naszego radioodbiornika jest stopień wyjściowy mocy zrealizowany na układzie TDA7050. Z tą „mocą” to trochę przesadziłem, układ może dostarczyć jej do obciążenia 32Ω zaledwie 35mW, co jednak w zupełności wystarcza do zasilania typowych słuchawek stosowanych w przenośnym sprzęcie audio. W tabeli 2 zamieszczono wybrane parametry układu TDA7050, a konstruktorów zainteresowanych poznaniem budowy wewnętrznej tego układu odsyłam do biuletynu USKA.

Sygnał stereo pobierany z wyjść dekodera IC2 przekazywany jest na wejścia układu TDA7050, wzmacniany i następnie kierowany do słuchawek stereofonicznych dołączonych do wyjścia PHONE. Indukcyjności L3, L4 i L15 umożliwiają wykorzystanie słuchawek jako anteny. Jeden z kontaktów gniazda PHONE jest połączony za pośrednictwem kondensatora C23 z wejściem antenowym układu TDA7088. Dławiki zapobiegają zwarciu sygnału wysokiej częstotliwości przez wyjście układu IC3 lub do masy przez kondensator C20, kierując sygnał poprzez kondensator C23 na wejście układu IC1.

Montaż i uruchomienie

Na rysunku 2 została przedstawiona mozaika ścieżek płytki obwodu drukowanego wykonanego na laminacie jednowarstwowym oraz rozmieszczenie na niej elementów. Tym razem nie użyję stereotypowej formuły, że montaż przeprowadzamy w „typowy i wielokrotnie opisywany sposób”

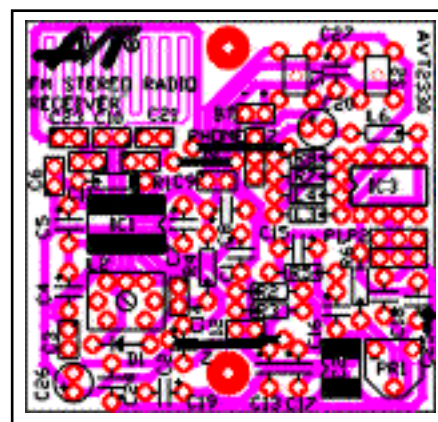
ponieważ budowę naszego odbiornika trzeba rozpocząć od wykonania nietypowej dotąd czynności: przylutowania dwóch układów scalonych SMD do spodniej strony płytki. Pozostała część montażu jest już

„typowa i wielokrotnie opisywana”.

Zmontowany układ nie wymaga jakiegokolwiek uruchamiania, ale jedynie prostej regulacji. Do układu dołączamy słuchawki, a także wskazane jest podłączenie napięcia zasilania o wartości 3 ... 6V

Procedura strojenia jest prosta ani nie wymaga specjalnych narzędzi ani przyrządów pomiarowych. Tylko dwa elementy wymagają regulacji - L2 i PR1. Strojenie należy rozpocząć od cewki, pamiętając, że każde uruchomienie układu poszukiwania stacji powoduje przestrojenie odbiornika na wyższą częstotliwość, a wyzerowanie - powrót do dolnej części pasma. Rdzeń L2 należy początkowo ustawić pośrodku karkasu. Włączyć odbiornik - po kilkakrotnym uruchomieniu układu poszukiwania (przycisk SEARCH) zostanie odebranych kilka stacji FM. Jeśli tak nie jest, należy dokładnie sprawdzić montaż i usunąć wszelkie błędy. Jeśli odbiornik działa, należy wyzerować układ poszukiwania stacji (przycisk RESET) i tak dostroić (przy pomocy narzędzia z tworzywa sztucznego) indukcyjność L2, by odebrać sygnał stacji, której częstotliwość leży pomiędzy 87MHz a 88MHz. Strojenie to ustala początek zakresu. Regulacja PR1, czyli dekodowania sygnału stereo jest jeszcze prostsza: po dostrojeniu odbiornika do stacji emitującej program stereofoniczny należy regulować PR1 do momentu usłyszenia w słuchawkach efektu stereofonicznego. W przypadku słabej słyszalnych stacji może to sprawiać kłopoty, a jedynym efektem może być wzrost poziomu szumu w słuchawkach. Procedurę strojenia dekodera stereo należy powtórzyć dla kilku stacji.

Płytką obwodu drukowanego została zwymiarowana pod obudowę typu KM 22, w której mieszczą się doskonale także dwie baterie (akumulatory) R6. Jedyne problemy powstaną z regulacją siły głosu. Można zastosować potencjometr obrotowy lub suwakowy - zależności od obudowy. Można też, posiadając słuchawki z wbudowaną regulacją siły głosu, zrezygnować z jakiegokolwiek potencjometru. Wtedy w miejsce P1, P2 wlotujemy dwa rezystory 47kΩ a wejście TDA7050 dołączamy do kondensatorów C18/C19 (pin 2 TDA7050 do C18, pin 3 do C19). W układzie modelowym zastosowałem potencjometr obroto-



Rys. 2 Schemat montażowy

wy, który nie bardzo mieścił się w obudowie. Dlatego też w kicie dostarczany będzie miniaturowy podwójny potencjometr suwakowy, który należy zamocować na jednej z bocznych ścianek obudowy.

Zbigniew Raabe

Wykaz elementów:

Kondensatory

C1, C7, C8, C17, C27	100nF
C2, C15	22nF
C3	180pF
C4	3,3nF
C5	3,9nF
C6	330pF
C9	470pF
C10	68pF
C11	82pF
C12	150pF
C13, C18, C19	220nF
C14	680pF
C16	47nF
C20	100μF
C21	220pF
C23	10pF
C24, C25	8,2nF
C26	220μF

Rezystory 0,125W

PR1	100kΩ
P1, P2	potencjometr obrotowy 2x47kΩ/B
R1	10kΩ
R2	18kΩ
R3, R6	120kΩ
R4	5,6kΩ
R5	4,7kΩ
R7, R8	30Ω

Półprzewodniki

D1	dioda pojemnościowa BB105 (z zieloną kropką)
IC1	TDA7088T (SMD)
IC2	TDA7040 T (SMD)
IC3	TDA7050 (DIL)

Pozostałe

L1	wykonana na płytce obwodu drukowanego
L2	filtr 216
L3, L4, L5	dławik 10uH
S1, S2	przycisk typu RESET

Płytką AVT-2330 (w kicie 2330/B z przylutowanymi układami scalonymi)

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit AVT-2330