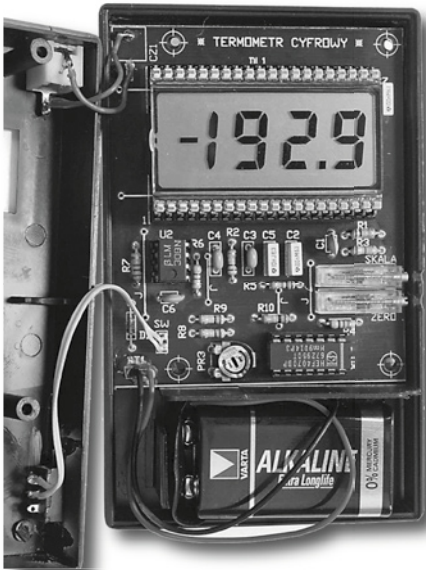


W rubryce „Analog Center” prezentujemy skrótowe opisy urządzeń charakteryzujących się interesującymi, często wręcz odkrywczymi, rozwiązaniami układowymi. Przypominamy także cieszące się największym powodzeniem, proste opracowania pochodzące z redakcyjnego laboratorium.

Do nadsyłania opisów niebanalnych rozwiązań (także wyszukanych w Internecie) zachęcamy także Czytelników. Za opracowania oryginalne wypłacamy honorarium w wysokości 300zł brutto, za opublikowane w EP informacje o interesujących projektach z Internetu honorarium wynosi 150zł brutto. Opisy, propozycje i sugestie prosimy przesyłać na adres: analog@ep.com.pl.

Przenośny termometr cyfrowy



Rolę czujnika pełni spolaryzowane przewodząco złącze p-n w postaci diody krzemowej. Wraz ze wzrostem temperatury napięcie na diodzie zmienia się liniowo. Współczynnik tej zmiany wynosi ok. $-2 \text{ mV}/^\circ\text{C}$. W prezentowanym urządzeniu jako czujnik CZ1 zastosowano popularną diodę 1N4148. Pomiar temperatury polega zatem na

Dodatkowe informacje:

Bardziej szczegółowy opis tego projektu można znaleźć pod nazwą AVT-1120 na stronie: <http://www.sklep.avt.com.pl>

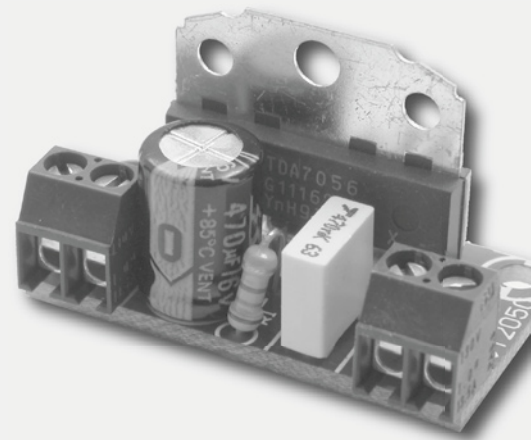
zmierzeniu zmian napięcia na złączu i odpowiednie przeskalowanie wyniku w stopniach Celsjusza. Do pomiaru i wyświetlenia

wartości temperatury zaprzęgnięto popularny przetwornik analogowo-cyfrowy ICL7106. Niski pobór prądu przez ten układ i bezpośrednie sterowanie 3 i 1/2 cyfrowym wyświetlaczem ciekłokrystalicznym pozwoliło na uzyskanie dobrych parametrów miernika. W układzie rolę źródła prądowego pełni wzmacniacz operacyjny U2. Jako napięcie odniesienia źródła wykorzystano napięcie z dzielnika rezystorowego R6, R4, PR1. Elementy C4 i R2 to elementy wewnętrzne integratora przetwornika ICL7106. Potencjometr PR1 służy do wyzerowania wskazań w temperaturze 0°C , PR2 zaś do regulacji zakresu pomiarowego. Bramka XOR U3A steruje punktem dziesiętnym DL1 powodując jego stałe świecenie. Układ złożony z trzech pozostałych bramek U3B..D, wraz z elementami R8..R10 i PR3, jest układem kontroli stanu baterii. ■

Właściwości:

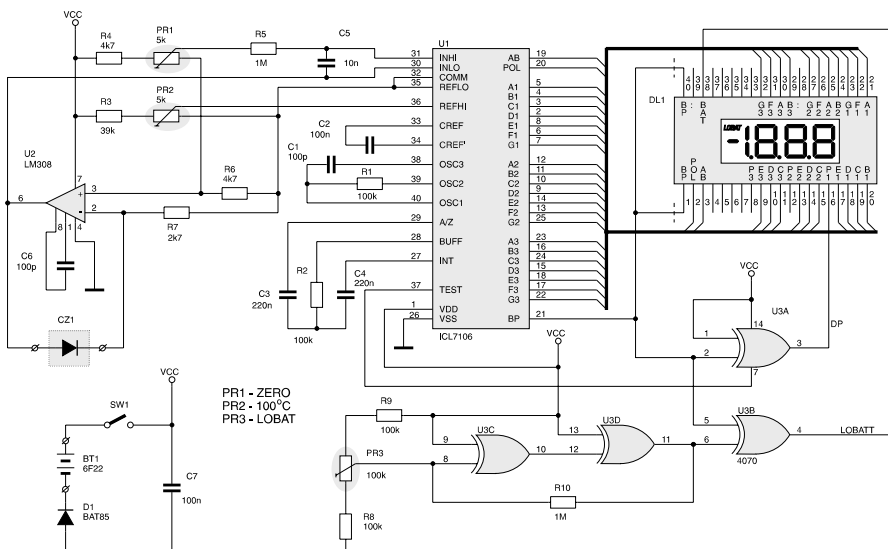
- zakres pomiarowy $-30...+120^\circ\text{C}$
- dokładność pomiarów $0,1^\circ\text{C}$
- zasilanie bateryjne (9V 6F22)
- sygnalizacja wyczerpania baterii
- wymiary płytki: 70 x 85 mm

Najprostszy wzmacniacz akustyczny 3W



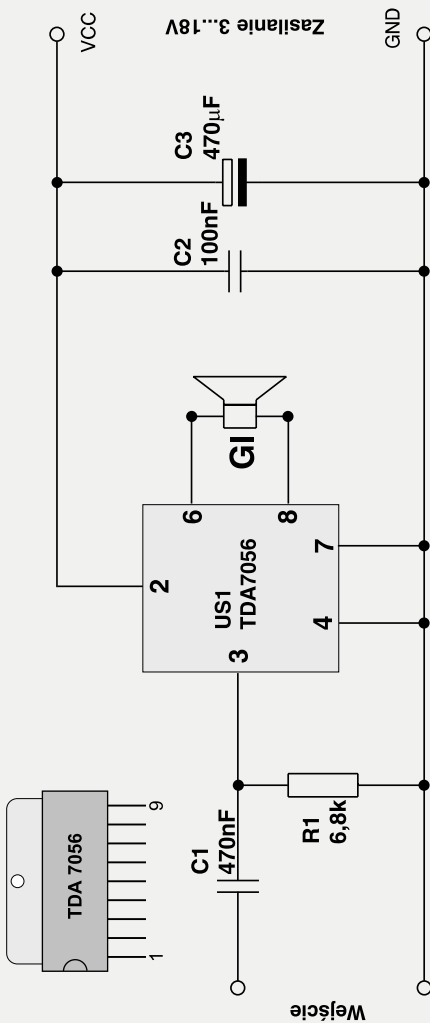
Urządzenie cechują bardzo dobre parametry dzięki czemu znajduje ono szerokie zastosowanie zwłaszcza w sprzęcie bateryjnym, stanowi też atrakcyjną alternatywę przy naprawach starszego sprzętu grającego. Układ scalony stanowiący „serce” wzmacniacza zawiera obwody przeciwzwarciowe i przeciwwprzebieżeniowe. Maksymalna moc, jaką można uzyskać, wynosi 3 W.

Układ zawiera rezystor polaryzujący wejście (R1) i kondensator separujący C1. Kondensator C2 odspręża zasilanie więc powinien być montowany jak najbliżej układu scalonego. Ewentualny kondensator elektrolityczny C3 powinien być stosowany przy współpracy ze źródłami zasilania o znacznej rezystancji wewnętrznej t.j. bateriami lub akumulatorkami. Dużą zaletą przy zasilaniu bateryjnym jest niewielki spoczynkowy prąd zasilania wynoszący typowo 5 mA. Układ może być oczywiście zasilany z sieci za pośrednictwem zasilacza o napięciu 3...18 V. Stopnie wyjściowe układu scalonego TDA7056 pracują w układzie mostkowym (BTL), można więc uzyskać znaczną moc przy niewielkim napięciu zasilającym. Przykładowo przy obciążeniu 8 [W] i zasilaniu 6 V układ dostarcza 1 W mocy, a przy na- **cd na str. 38**



Rys. 1. Schemat elektryczny przenośnego termometru cyfrowego

cd ze str. 37



Węzłowe

Rys. 1. Schemat elektryczny najprostrzego wzmacniacza akustycznego 3W

pięciu 11 V i rezystancji obciążenia 16 [W] można uzyskać moc wyjściową równą 3 W.

Szczytowa wartość prądu wyjściowego nie powinna przekraczać 1 A, ale dzięki wbudowanym zabezpieczeniom układ nie ulegnie uszkodzeniu nawet podczas zwarcia. ■

Dodatkowe informacje:

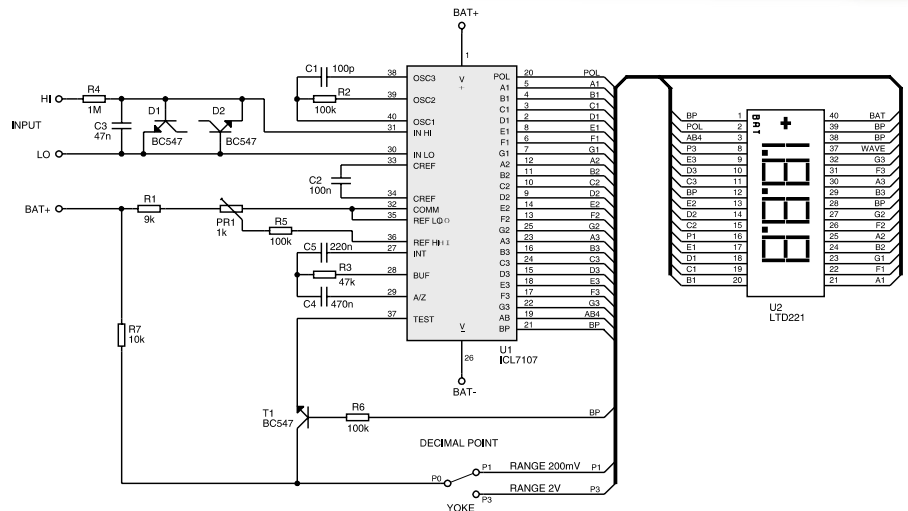
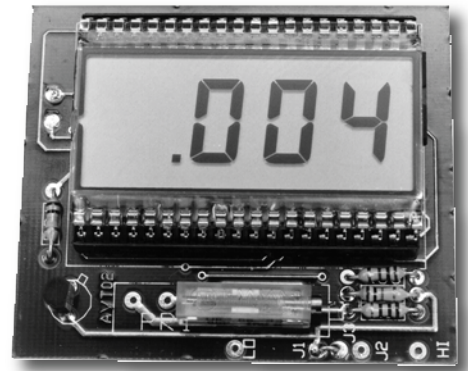
Bardziej szczegółowy opis tego projektu można znaleźć pod nazwą AVT-2050 na stronie: <http://www.sklep.avt.com.pl>

Właściwości:

- szeroki zakres napięć zasilania 3...18 V
- wzmocnienie napięciowe 40 dB (100x)
- pasmo przenoszenia 20...20000 Hz
- zniekształcenia harmoniczne (Pwy=0,5 W) typ. 0,25%
- prąd spoczynkowy typ. 5 mA
- impedancja wejściowa typ. 100 k[W]
- wymiary płytki 13 x 32 mm

Woltomierz panelowy LCD

Woltomierz panelowy jest jednozakresowym miernikiem prądu stałego z wyświetlaczem LCD 3,5 cyfry. Jako wskaźnik tablicowy, montowany w obudowie i zasilany z układów współpracującego urządzenia, może służyć zarówno do pomiaru napięcia, jak i z odpowiednim przetwornikiem natężenia prądu, częstotliwości, rezystancji, pojemności lub wielkości nieelektrycznych: temperatury, ciśnienia itp. Podstawowym elementem miernika jest układ



Rys. 1. Schemat elektryczny woltomierza panelowego LCD

scalony ICL7106. Ikład wejściowy woltomierza stanowi rezystor R33 ograniczający prąd wejściowy, diody ogranicznika napięcia D1, D2 i kondensator przeciwwzakłóceńowy C3. Układ R1, R5, PR1 dostarcza napięcia referencyjnego odpowiedniego do zakresu pomiarowego. Dokładna wartość napięcia powinna być ustawiona potencjometrem PR1 w trakcie kalibrowania woltomierza w konkretnym układzie pracy. ■

Dodatkowe informacje:

Bardziej szczegółowy opis tego projektu można znaleźć pod nazwą AVT-02 na stronie: <http://www.sklep.avt.com.pl>

Właściwości:

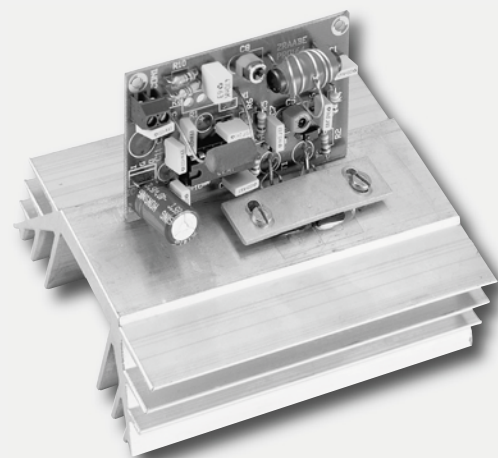
- zakres pomiarowy ± 2 V lub ± 200 mV
- rezystancja wejściowa > 10 M Ω
- dokładność pomiaru ± 1 na ostatniej pozycji
- sygnalizacja przekroczenia zakresu
- czas cyklu pomiaru 1/3 s
- zasilanie 9 VDC

Przedwzmacniacz z regulacją barwy dźwięku

Pierwszym stopniem jest wzmacniacz U1A. Głównym wejściem jest punkt oznaczony A. W podstawowej konfiguracji nie stosuje się elementów C10 i R11-R14. Układ U1A pracuje wtedy w konfiguracji wzmacniacza nieodwracającego. Jego wzmocnienie wyznaczone jest stosunkiem rezystorów R3 i R2: $G=1+R3/R2$. cd na str. 39

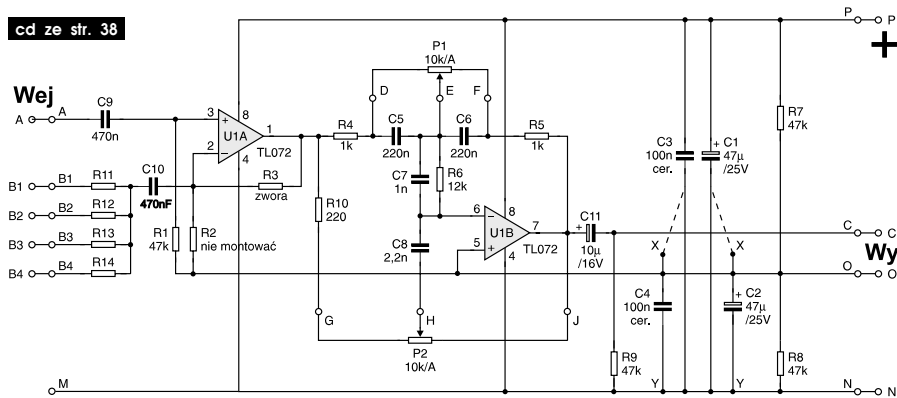


Nadajnik FM o mocy wyjściowej 2W



Układ nadajnika FM na pasmo UKF 80...108 MHz o mocy wyjściowej 2 W. Schemat nadajnika możemy podzielić na dwa bloki funkcjonalne: układ generatora w.c.z. wytwarzającego falę nośną o częstotliwości 80...108 MHz i blok wzmacniacza małej częstotliwości, którego zadaniem jest **cd na str. 40**

cd ze str. 38



Rys. 1. Schemat elektryczny przedwzmacniacza z regulacją barwy dźwięku

W wersji podstawowej ten stopień ma wzmocnienie równe 1, czyli jest tylko buforem dla następującego po nim układu regulatora. Wzmocnienie może być jednak zmieniane według potrzeb w granicach 1...100 przez zastosowanie rezystorów R2 i R3 o odpowiedniej wartości. Wzmocniony sygnał z wyjścia wzmacniacza U1A podawany jest na układ aktywnej regulacji barwy dźwięku z U1B i potencjometrami P1 i P2. Elementy R4, R5, R6, P1 i C5 pracują w gałęzi regulacji tonów niskich. Elementy P2 i C8 pracują w gałęzi regulacji tonów wysokich.

Przy wartościach elementów podanych na schemacie i w wykazie wzmocnienie spoczynkowe wynosi 1. Kondensator C7 jest bardzo pożyteczny bowiem zmniejsza zakres regulacji wzmocnienia najniższych tonów. W praktyce jest to ważne, by nie były one nadmierne wzmocniane, bo mogą przesterować wzmacniacz lub spowodować wzrost zniekształceń i zwiększenie szumów. Rezystor R10 został dodany ze względu na możliwość samowzbudzenia. Podczas testów układu modelowego

Dodatkowe informacje:

Bardziej szczegółowy opis tego projektu można znaleźć pod nazwą AVT-2132 na stronie: <http://www.sklep.avt.com.pl>

Właściwości:

- regulacja tonów wysokich i niskich
- cztery wejścia
- dynamika ok. 90 dB
- możliwość pracy jako wzmacniacz mikrofonowy
- zasilanie 8...24 VDC

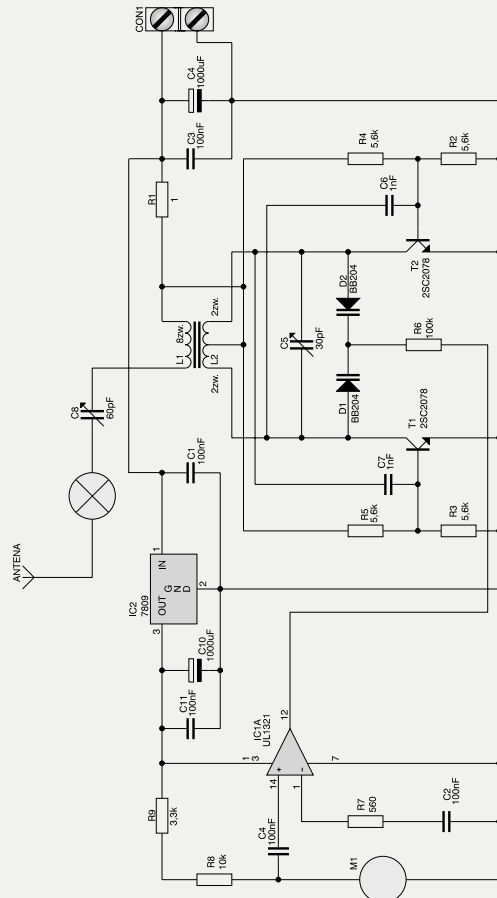
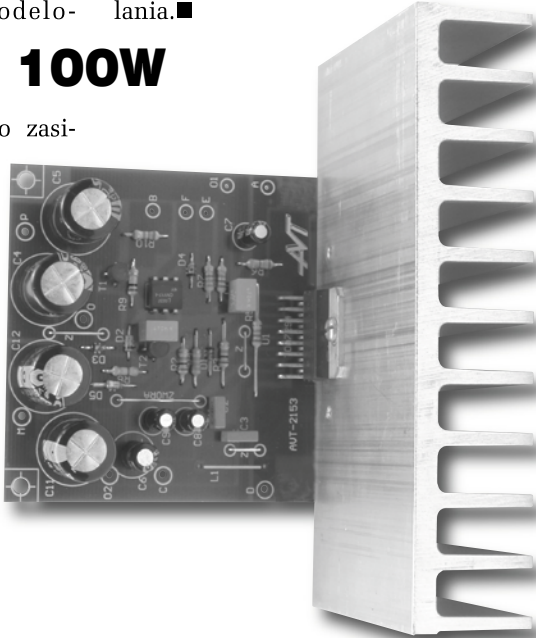
wego takie wzbudzenie pojawiało się przy niektórych egzemplarzach kostek NE5532. Rezystor ten nie jest potrzebny (można go zastąpić zworą), gdy stosowane będą układy TL072. Wyjściem modułu jest punkt C. Dzięki zastosowaniu kondensatorów separujących C9 i C11, nie ma problemów z napięciami stałymi na wejściu i wyjściu. Moduł w wersji podstawowej przeznaczony jest do zasilania pojedynczym napięciem w zakresie 8...24 V. W wielu wypadkach można go zasilać tym samym napięciem, co wzmacniacz mocy, jednak by uniknąć wzrostu zniekształceń i samowzbudzenia, należy zastosować dodatkową filtrację zasilania. ■

Wzmacniacz 100W

Układ przeznaczony jest do zasilania napięciem symetrycznym $\pm 10... \pm 40$ V. Różnice w stosunku do aplikacji podstawowej są niewielkie, dotyczą tylko obwodu wyciszania i wyłączania.

Wejściem wzmacniacza są końcówki O1, A. Rezystor R1 ustala rezystancję wejściową. Wyjściem: O2 i C. W standardowych zastosowaniach dławik L1 nie będzie montowany.

Kondensator C6 pracuje w układzie bootstra- **cd na str. 40**



Rys. 1. Schemat elektryczny nadajnika FM o mocy wyjściowej 2W

cd ze str. 39 wzmacnienie sygnału pobieranego z mikrofonu do poziomu niezbędnego do poprawnego zmodulowania sygnału w cz. Generator w cz. został zbudowany w dość rzadko stosowanym w tego typu konstrukcjach układzie przeciwsobnym. Częstotliwość pracy generatora określona jest indukcyjnością cewek L2 i pojemnością kondensatora C5 oraz diod pojemnościowych D1 i D2. Modulację częstotliwości uzyskujemy za pomocą zmiany napięcia przyłożonego do połączonych ze sobą katod diod D1 i D2.

Nadajnik wyposażony został w prosty układ przedwzmacniacza mikrofonowego, który może posłużyć do pierwszych prób i doświadczeń. Przedwzmacniacz zbudowany został z wykorzystaniem popularnego układu typu UL1321, którego parametry są aż nadto wystarczające do naszego, noszącego charakter wyłącznie eksperymentalny, układu. W nadajnikach eksploatowanych przez nielegalne rozgłośnie radiowe stosowane są przedwzmacniacze znacznie lepszej klasy oraz rozbudowane układy służące miksowaniu dźwięku pochodzącego z różnych (w tym z odtwarzaczy CD) źródeł. ■

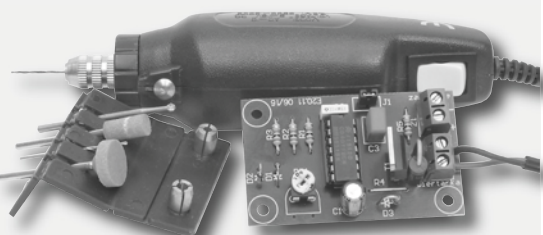
Dodatkowe informacje:

Bardziej szczegółowy opis tego projektu można znaleźć pod nazwą AVT-864 na stronie: <http://www.sklep.avt.com.pl>

Właściwości:

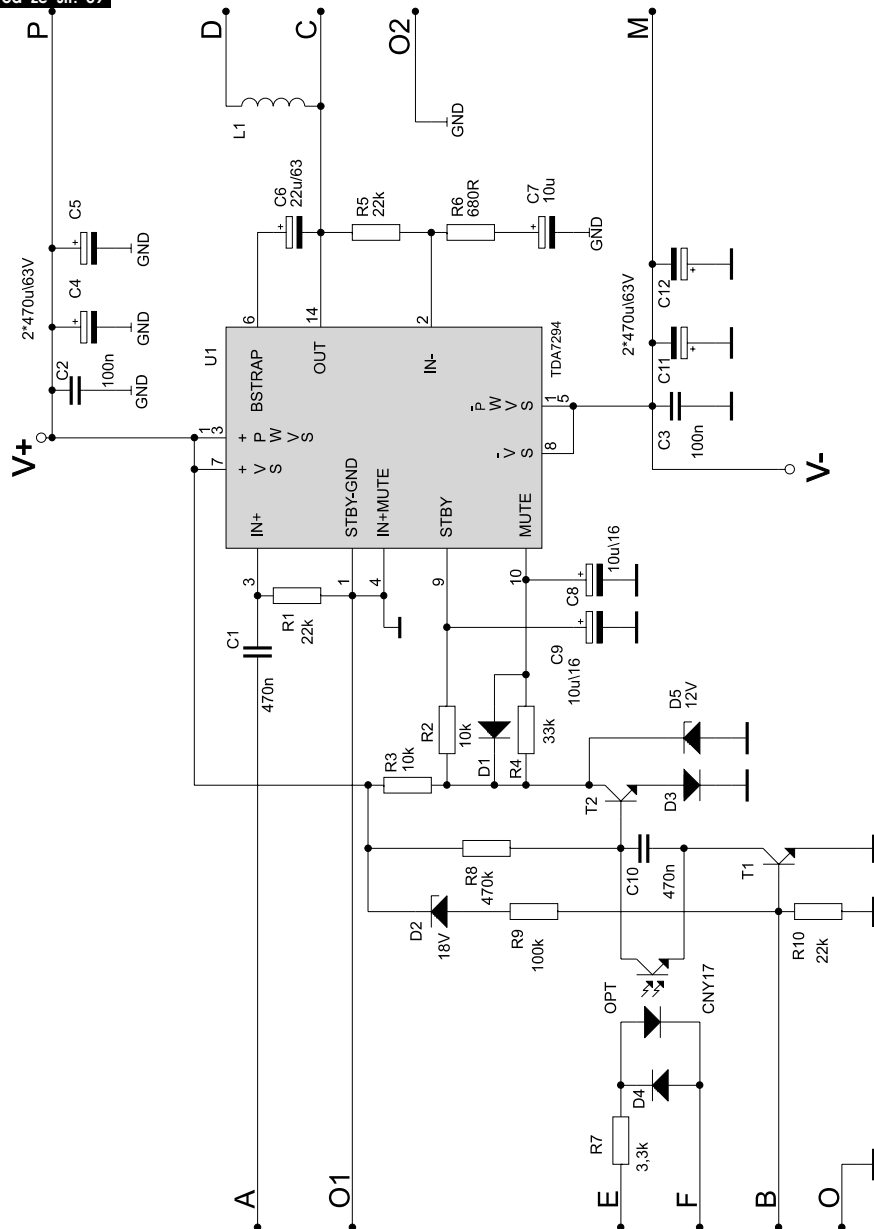
- pasmo UKF 80...108 MHz
- moc wyjściowa ok.2 W
- napięcie zasilania 12 VDC

Regulator impulsowy DC



Zasilanie może pochodzić z akumulatora lub zasilacza sieciowego o odpowiedniej wydajności prądowej. Obciążeniem może być dowolny silnik prądu stałego lub żarówka. Dzięki pracy impulsowej, w układzie prawie nie występują straty energii. Tranzystor sterujący nie wymaga radiatora. Układ sprawdza się doskonale do re- **cd na str. 41**

cd ze str. 39



Rys. 1. Schemat elektryczny wzmacniacza 100 W

pu, czyli podciągania napięcia zasilającego stopień wyjściowy.

Elementy R5 i R6 ustalają wzmacnienie. Kondensatory C2...C5 i C11, C12 filtrują i odsprężają obwody zasilania. Końcówka odniesienia obwodów wyciszania i wyłączania (nóżka 1) jest dołączona do masy wzmacniacza. Układ wyciszania i wyłączania działa następująco: po włączeniu zasilania tranzystor T2 jest zatkany. Kondensatory C8 i C9 ładują się przez rezystory R2...R4. Gdy napięcia na końcówkach STBY i MUTE (nóżki 9, 10) są mniejsze niż 1,5 V, układ jest całkowicie wyłączony. Wzrastające napięcie na nóżce STBY "budzi" kostkę, a za chwilę wzrost napięcia na nóżce MUTE powoduje jej **cd na str. 41**

Dodatkowe informacje:

Bardziej szczegółowy opis tego projektu można znaleźć pod nazwą AVT-2153 na stronie: <http://www.sklep.avt.com.pl>

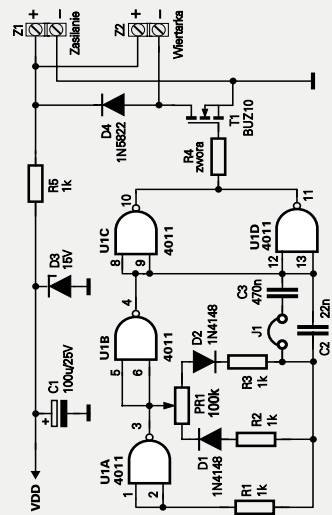
Właściwości:

- moc muzyczna 110 W (obciążenie 8 [W], zasilanie ±40 V)
- moc muzyczna 180 W (obciążenie 4 [W], zasilanie ±40 V)
- ciągła moc wyjściowa 70 W (obciążenie 8 [W], zasilanie ±35 V)
- ciągła moc wyjściowa 70 W (obciążenie 4 [W], zasilanie ±27 V)
- moc strat 50 W
- zawartość harmonicznych 0,005% (5 W, 1 kHz)
- zasilanie ±50 V (zalecane ±10...40 V)

cd ze str. 40 przejście ze stanu wyciszenia do normalnej pracy. Czasy określone przez wymienione elementy są wystarczające, by w dołączonych głośnikach nie pojawiły się żadne stuki podczas włączania zasilania. W układzie przewidziano także dodatkowe obwody sterowania. Punkty E i F dołączone są bezpośrednio do jednego z uzwojeń transformatora sieciowego. W stanie normalnej pracy dioda tranzoptora świeci, fototranzystor tranzoptora przewodzi i kondensator C10 jest rozładowany. Ponieważ w stanie normalnej pracy przez diodę Zenera D2 płynie prąd, więc tranzystor T1 przewodzi. W tym samym w czasie normalnej pracy tranzystor T2 jest zatkany. Napięcie na jego kolektorze zostało ograniczone przez diodę Zenera D5 (w katalogu nie podano, jak wysokie mogą być napięcia na wejściach MUTE i STBY.

Elementy C8, C9 i R2...R4 zapewniają bezzakłócenie włączenie samowzmacniacza. W momencie gdy wzmacniacz zostanie wyłączony z sieci, przestaje przewodzić tranzystor OPT i napięcie na bazie tranzystora T2 rośnie. Tranzystor ten się otwiera i rozładowuje kondensatory C8 i C9 przez diodę D1 i rezystor R2. Układ zostaje wyciszony, a następnie wyłączony - dzięki takiemu rozwiązaniu na pewno podczas wyłączania nie pojawią się w głośniku żadne stuki czy inne "śmieci". W praktyce nie ma potrzeby stosować obu obwodów wyłączania - wystarczy zastosować diodę Zenera D2 o napięciu odpowiednim do wartości napięcia zasilania (żeby tranzystor T1 zatykał się przy spadku napięcia zasilającego o około 7...10 V), nie stosować R7, D4, OPT, a zamiast C10 wykonać zworę. ■

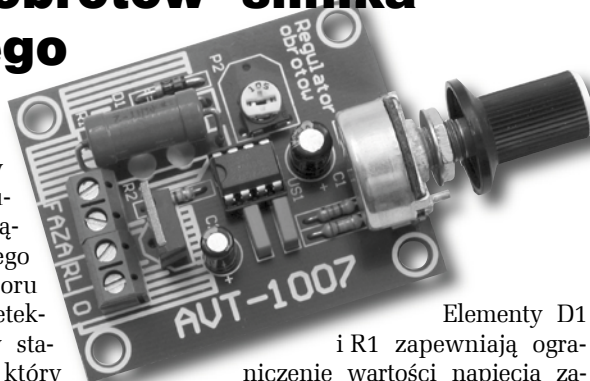
cd ze str. 40 regulacji obrotów wiertarki modelarskiej. Podczas małych obrotów zapewnia pracę narzędzia ze stosunkowo dużym momentem obrotowym.



Rys. 1. Schemat elektryczny regulatora impulsowego DC

Regulator obrotów silnika elektrycznego

Zestaw AVT 1007 wykonano w oparciu o specjalizowany układ scalony U2008. Układ ten ma wbudowany moduł zapewniający miękki start sterowanego silnika, blok nadzoru poboru prądu przez obciążenie (detekcja przeciążeń) oraz prosty stabilizator obrotów silnika, który wykrywa zmiany napięcia sieciowego i odpowiednio do tych zmian zwiększa lub zmniejsza kąt otwarcia triaka, regulując moc dostarczaną do obciążenia. Oprócz tego w strukturze układu zintegrowany został stabilizator napięcia zasilającego, precyzyjny komparator oraz źródło napięcia odniesienia. Całość zamknięta jest w obudowie DIL8.



Elementy D1 i R1 zapewniają ograniczenie wartości napięcia zasilającego do wartości bezpiecznej dla układu scalonego, a także jednopółkownikowe wyprostowanie tego napięcia. Kondensator C1 odpowiada za filtrowanie napięcia zasilającego. Elementy R3, R5 oraz P1 są dzielnikiem napięcia z możliwością jego regulacji, który służy do zadawania wielkości mocy dostarczanej do obciążenia. Dzięki zastosowaniu rezystora R2 **cd na str. 42**

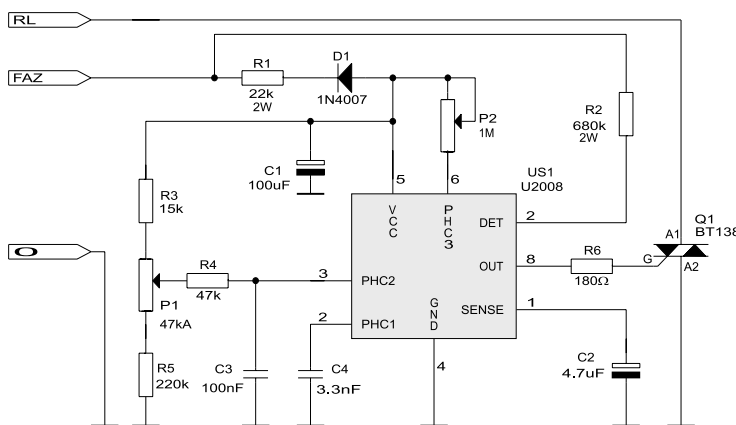
Dodatkowe informacje:

Bardziej szczegółowy opis tego projektu można znaleźć pod nazwą AVT-735 na stronie: <http://www.sklep.avt.com.pl>

Właściwości:

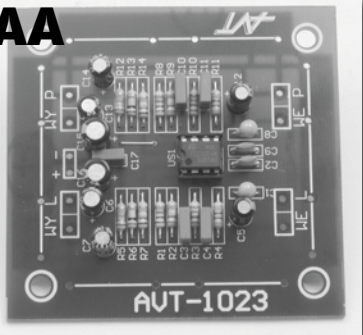
- do regulacji obrotów wiertarek modelarskich
- możliwość sterowania jasnością żarówki 6...24 V i mocy do 100 W
- możliwość optymalizacji parametrów do konkretnego urządzenia współpracującego
- maksymalny prąd wyjściowy 10 A
- sprawność bliska 100%
- regulacja przebiegu wyjściowego - płynna, regulowana potencjometrem
- zasilanie 6...25 VDC

Bramki U1A, U1B pracują w układzie klasycznego dwubramkowego generatora. Częstotliwość wyznacza pojemność C2, ewentualnie C3 oraz rezystancja potencjometru PR1 wraz z R2, R3. Połączone równolegle bramki U1C, U1D sterują tranzystorem MOSFET T1. Potencjometr PR1 pozwala zmieniać współczynnik wypełnienia generowanego przebiegu w bardzo szerokich granicach od około 1% do około 99%. Przebieg impulsowy podany na bramkę T1 cyklicznie otwiera i zamyka tranzystor T1, a średnia moc dostarczana do odbiornika dołączonego do złącza Z2 jest zależna od współczynnika wypełnienia przebiegu z generatora. W ten sposób potencjometr PR1 umożliwia płynną regulację mocy dostarczanej do odbiornika. ■

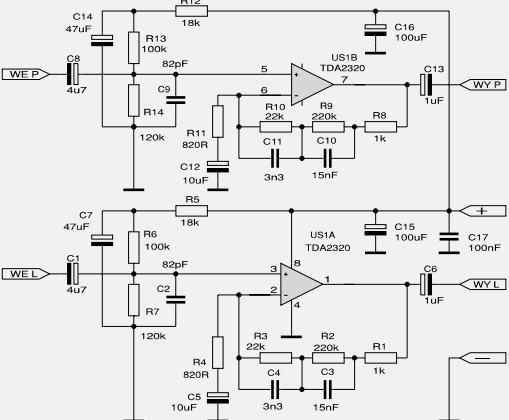


Rys. 1. Schemat elektryczny regulatora obrotów silnika elektrycznego

Przedwzmacniacz gramofonowy o charakterystyce RIAA



Pomimo gwałtownego rozwoju techniki cyfrowej audio, niesłabnącym powodzeniem wśród fanów cieszą się „czarne” płyty gramofonowe. Do ich odsłuchu potrzebny jest gramofon z wkładką MM (z ruchomym magnesem) wyposażony we wzmacniacz o charakterystyce RIAA. W projekcie zastosowano dobrej jakości, podwójny wzmacniacz operacyjny typu TDA-2320. Jego cechą charakterystyczną jest niskoszumny stopień wejściowy, pełna kompensacja częstotliwościowa, duże wzmocnienie i blisko 100 dB separacja kanałów. Elementy w pętli ujemnego sprzężenia zwrotnego kształtują charakterystykę wzmacniacza zgodnie z normą RIAA. ■



Rys. 1. Schemat elektryczny przedwzmacniacza

Bardziej szczegółowy opis tego projektu można znaleźć pod nazwą AVT-1023 na stronie: <http://www.sklep.avt.com.pl>

Właściwości:

- układ dwukanałowy, stereofoniczny
- wzmocnienie $k=38$ dB ($f=1$ kHz)
- napięcie wejściowe (maksymalne) 55 mV
- stosunek sygnał/szum >78 dB
- zniekształcenia nieliniowe $<0,08\%$ (w całym paśmie)
- zasilanie 12 VDC
- wymiary płytki 75 x 70 mm

cd ze str. 41 bezpośrednio dołączonego do przewodu fazowego, wewnętrzne bloki synchronizacyjne US1 sterują załączaniem triaka w sposób synchroniczny z przebiegiem napięcia zasilającego. Minimalizuje to w znacznym stopniu zakłócenia radioelektryczne, które musiałyby powstać podczas impulsowego przełączania dużych indukcyjności (a taki charakter mają uzwojenia silników elektrycznych) przy dużych wartościach napięć zasilających. Nie ma więc potrzeby ekranowania regulatora, można także pominąć filtry sieciowe. Poziom generowanych zakłóceń jest znacznie mniejszy niż

Dodatkowe informacje:

Bardziej szczegółowy opis tego projektu można znaleźć pod nazwą AVT-1007 na stronie: <http://www.sklep.avt.com.pl>

Właściwości:

- napięcie zasilania 230 VAC
- zakres regulacji 5...99%
- napięcie obciążenia 230 VAC/12 A max. (2,5 kW)
- wymiary płytki 50 x 60 mm
- pobór prądu przez układ elektroniczny: max. 3 mA
- niski poziom zakłóceń
- stabilizacja obrotów
- miękki start

podczas korzystania ze standardowego zasilacza impulsowego. ■

Odbiornik UKF FM

W układzie wykorzystano gotową głowicę DT2200 Electronic. Jest to uniwersalna

głowica FM CCIR przystosowana do odbiorników strojonych napięciowo za pośrednictwem potencjometru. Urządzenie można stosować również w odbiornikach z syntezą częstotliwości z napięciem strojenia 2...25 V. Głowica jest wykonana w technice SMD i jest wyposażona we wzmacniacz w.c.z. oraz mieszacz na

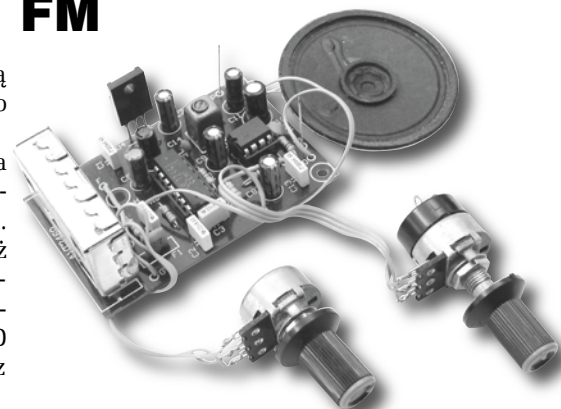
dwubramkowym tranzystorze MOS-FET. Oczywiście oprócz tego zawiera ona generator strojony diodą pojemnościową z wyprowadzonym sygnałem w.c.z., który jest potrzebny w syntezrze do pracy w pętli

PLL, a także do pomiaru częstotliwości. Do zasilania głowicy oraz przestrajania diody pojemnościowej poprzez potencjometr P1 wykorzystano dodatkowy stabilizator scalony 7808 o napięciu wyjściowym

8V. Pozostałe układy odbiornika, tzn. wzmacniacze pośredniej częstotliwości oraz małej czę-

stotliwości, są zasilane wejściowym napięciem 12 V z zasilacza stabilizowanego bądź akumulatora.

Wyjściowy sygnał m.c.z. poprzez potencjometr siły głosu jest podany



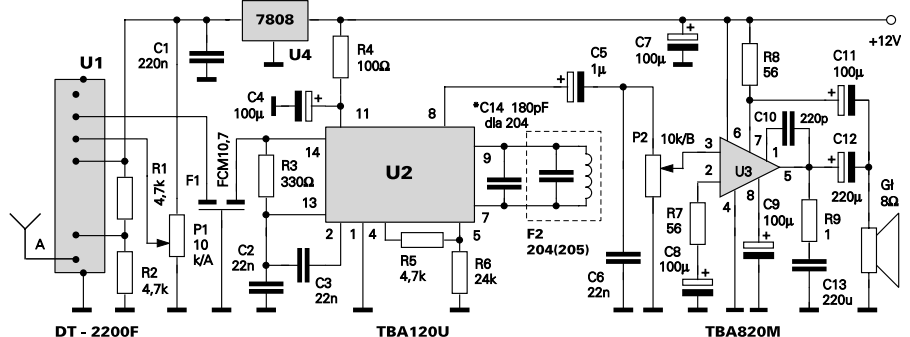
Dodatkowe informacje:

Bardziej szczegółowy opis tego projektu można znaleźć pod nazwą AVT-2469 na stronie: <http://www.sklep.avt.com.pl>

Właściwości:

- monofoniczne radio UKF
- zakres częstotliwości 87,5...108 MHz
- pasmo p.c.z. 10,7 MHz
- zakres działania ARW -20 dB
- płynne strojenie
- płynna regulacja dźwięku
- odsłuch na głośnik
- moc wyjściowa 2 W
- zasilanie 12 V

na wzmacniacz końcowy m.c.z. TBA-820M i dalej na głośnik dynamiczny. Wzmacniacz ten (odpowiednik UL1482M) charakteryzuje się dużym wzmocnieniem napięciowym dochodzącym do 75 dB i maksymalną mocą 2 W (na 8 W przy zasilaniu 12 V). ■



Rys. 1. Schemat elektryczny odbiornika UKF FM