



### Podstawowe parametry:

- konwersja rezystancji czujnika PT1000 na napięcie stałe, możliwe do pomiaru przetwornikiem analogowo-cyfrowym,
- możliwość łatwej zmiany zakresu przetwarzania,
- wbudowany potencjometr ułatwiający kalibrację układu,
- pobór prądu około 10 mA przy 12 V,
- zasilanie napięciem 9...24 V.

W ofercie AVT\*

## AVT5956

\* Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania! Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz

### Dodatkowe materiały do pobrania ze strony [www.ulubionykiosk.pl/media](http://www.ulubionykiosk.pl/media)

AVT5952 eT – wielokanałowy, bezprzewodowy system pomiaru temperatury (EP 9/2022)  
 AVT5949 Energooszczędny termometr LED (EP 08/2022)  
 AVT5892 Energooszczędny termometr z kalibracją (EP 10/2021)  
 AVT5635 Bezprzewodowy, energooszczędny system pomiaru temperatury (EP 8-9/2018)  
 AVT5623 4-kanałowy termometr z interfejsem Wi-Fi (EP 4/2018)  
 AVT5566 THPStation – rozbudowany termometr z Wi-Fi (EP 1/2017)  
 AVT5518 Termometr bezprzewodowy (EP 11/2015)

AVT5535 Termometr 2-kanałowy z interfejsem Bluetooth (EP 4/2016)  
 AVT1863 Termometr z interfejsem Bluetooth (EP 8/2015)  
 AVT1790 Termometr XXL (EP 2/2014)  
 AVT5489 8-kanałowy termometr z alarmem i wyświetlaczem LCD (EP 11/2013)  
 AVT5420 Wielopunktowy termometr z rejestracją (EP 10/2013)  
 AVT1734 Termometr do wędzarni (EP 4/2013)  
 AVT5373 Tlogger – rejestrator temperatury (EP 12/2012)  
 AVT1705 Moduł do pomiaru temperatury z interfejsem RS485 (EP 9/2012)

elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu. Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:  
 • wersja [C] – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wlutowane w płytkę PCB)  
 • wersja [A] – płytka drukowana bez elementów i dokumentacji

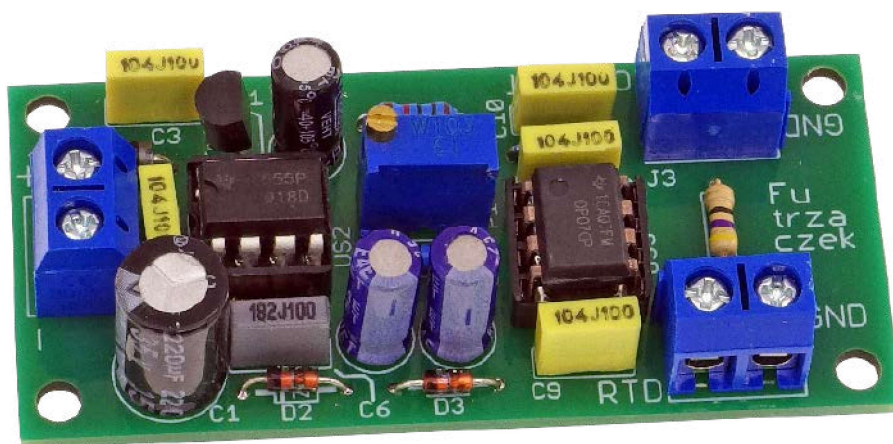
Kity, w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:  
 • wersja [A\*] – płytka drukowana [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja  
 • wersja [UK] – zaprogramowany układ  
 Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas

składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz – <http://sklep.avt.pl>.

W przypadku braku dostępności na stronie sklepu osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt Via e-mail: [kity@avt.pl](mailto:kity@avt.pl).

## Prosty wzmacniacz do czujnika PT1000

*Platynowe czujniki temperatury, takie jak znany PT1000, umożliwiają dokładny pomiar w bardzo szerokim zakresie, nieosiągalnym dla typowych czujników termistorowych lub cyfrowych. Jednak kłopoty może sprawiać sprzęgnięcie takiego czujnika z nowoczesnym systemem mikroprocesorowym. Zaprezentowany układ w prosty i niedrogi sposób pomoże rozwiązać ten problem.*



Czujniki analogowe, pomimo niskiej ceny i wszechstronności, często sprawiają problemy. Najpoważniejszym z nich jest obsługa wielkości wyjściowej, którą w przypadku czujników PT1000 jest rezystancja. Pomiar tej wielkości fizycznej nie nastręcza dużych problemów, lecz jeżeli chce się uzyskać wysoką dokładność w stosunkowo niewielkim zakresie zmian, zagadnienie staje się mocno problematyczne.

Typowy czujnik PT1000 zmienia swoją rezystancję w stosunkowo niewielkim zakresie, odnosząc to do zmienności temperatury. Dla temperatury  $-50^{\circ}\text{C}$  jest to  $803\ \Omega$ , zaś dla  $300^{\circ}\text{C}$  tylko  $2120\ \Omega$ . Włączając czujnik do układu jako jedną z gałęzi dzielnika napięcia, uzyskamy nieliniową zmianę napięcia w niezbyt szerokim zakresie. Zaprezentowany układ pomoże w rozwiązaniu tego problemu.

### Budowa i działanie

Schemat ideowy omawianego układu znajduje się na **rysunku 1**. Głównym elementem jest wzmacniacz operacyjny US3 (typu OP07), który cechuje się bardzo niskim wejściowym napięciem niezrównoważenia. To duża zaleta, bowiem offset napięciowy mógłby zaburzyć proces przetwarzania rezystancji na napięcie. Czujnik temperatury typu PT1000 należy podłączyć do zacisków złącza J2. Rezystor R2 polaryzuje go, tworząc prosty układ dzielnika

napięciowego. Ale to nie wszystko, gdyż rezystor R3 z połączonymi równolegle rezystorem R4 i potencjometrem P1 tworzą dzielnik tego samego napięcia, którego wartość wynosi około 5 V. Wzmacniacz operacyjny przetwarza różnicę tych napięć, zatem obwód  $R3+R4+P1$  (a dokładniej rezystancja wypadkowa równoległego połączenia R4 i P1) służy do eliminacji tej części rezystancji czujnika PT1000, która występuje zawsze i nie jest dla nas interesująca z punktu widzenia naszych pomiarów. Można to przyrównać do usunięcia offsetu rezystancyjnego samego czujnika, aby móc napięcie 0 V ustalić jako odpowiadające temperaturze, na przykład  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Gdyby zostawić ten układ bez dodatkowych modyfikacji, olbrzymie wzmocnienie różnicowe wzmacniacza operacyjnego powodowałoby jego nagłą reakcję na napięcie różnicowe zbliżone do 0 V i szybkie nasycenie wyjścia potencjałem skrajnie dodatnim lub ujemnym. Dlatego do układu dodano rezystor R5, którego zadaniem jest ograniczenie wzmocnienia i ustalenie jego wartości na znanym poziomie. Można tę część układu traktować jako wzmacniacz odwracający, którego rezystorem w pętli sprzężenia zwrotnego jest R5, zaś rezystancją wejściową jest wypadkowa rezystancja zastępcza od strony wejścia odwracającego. Z punktu widzenia twierdzenia Thévenina wartość ta będzie równa rezystancji równoległego połączenia R3, R4 i P1.

Zmiany temperatury zachodzą relatywnie wolno, więc szerokie pasmo przenoszenia układu jest niepotrzebne i może sprawiać jedynie problemy. Kondensator C10 ogranicza od góry pasmo przenoszenia do wartości około 160 Hz. Odpowiedź impulsowa tego układu będzie więc wystarczająco szybka, jak na potrzeby obsługi czujnika temperatury, a spora część szumów i zakłóceń zostanie wyeliminowana już w torze analogowym. Dodatkowa filtracja cyfrowa, polegająca chociażby na uśrednieniu wartości wielu próbek pobranych z przetwornika analogowo-cyfrowego, będzie dodatkowym zabiegiem poprawiającym dokładność pomiaru.

Rezystor R6 ustala rezystancję wyjściową układu na poziomie kilkudziesięciu omów. Jeżeli wyjście wzmacniacza operacyjnego byłoby bezpośrednio obciążone pojemnością o znacznej wartości (na przykład długimi przewodami połączeniowymi), mogłoby dojść do wzbudzenia się wzmacniacza. Taki rezystor nie ma praktycznie żadnego wpływu na wynik pomiaru, pozwala natomiast ustrzec się przed tym nieprzyjemnym i trudnym do opanowania zjawiskiem.

Kilka słów opisu należy poświęcić sekcji zasilającej. Otóż wzmacniacz operacyjny typu OP07 nie radzi sobie z obsługą potencjałów bliskich zarówno dodatniej, jak i ujemnej linii zasilania. Jego wejście ujemnej linii zasilającej (VEE) jest zatem

**WYKAZ ELEMENTÓW**, które możesz zamówić w sklepie AVT na stronie [sklep.avt.pl](http://sklep.avt.pl) lub bezpośrednio (ul. Leszczyńska 11, 03-197 Warszawa, tel. 48222578451, e-mail: [handlowy@avt.pl](mailto:handlowy@avt.pl)):

**Rezystory:** (THT o mocy 0,25 W)  
 R1: 10 kΩ  
 R2, R3: 10 kΩ 1%  
 R4: 1,5 kΩ 1% (opis w tekście)  
 R5: 10 kΩ 1% (opis w tekście)  
 R6: 47 Ω  
 P1: 10 kΩ montażowy pionowy 3296W

**Kondensatory:**  
 C1: 220 μF 35 V raster 3,5 mm  
 C2...C4, C9, C10: 100 nF raster 5 mm MKT  
 C5, C7, C8: 100 μF 25 V raster 2,5 mm  
 C6: 1,8 nF raster 5 mm MKT

**Półprzewodniki:**  
 D1: 1N5819

D2, D3: BAT85  
 US1: 78L05 (TO92)  
 US2: 555 (DIP8)  
 US3: OP07 (DIP8)

**Pozostałe:**  
 J1... J3: ARK2/500  
 Dwie podstawki DIP8

polaryzowane napięciem o wartości około -3,5 V. Jego dokładna wartość nie ma tu znaczenia, ponieważ nie bierze ona udziału w ustalaniu napięcia wyjściowego, chodzi tylko o zapewnienie prawidłowych warunków pracy obwodom wewnętrznym wzmacniacza operacyjnego.

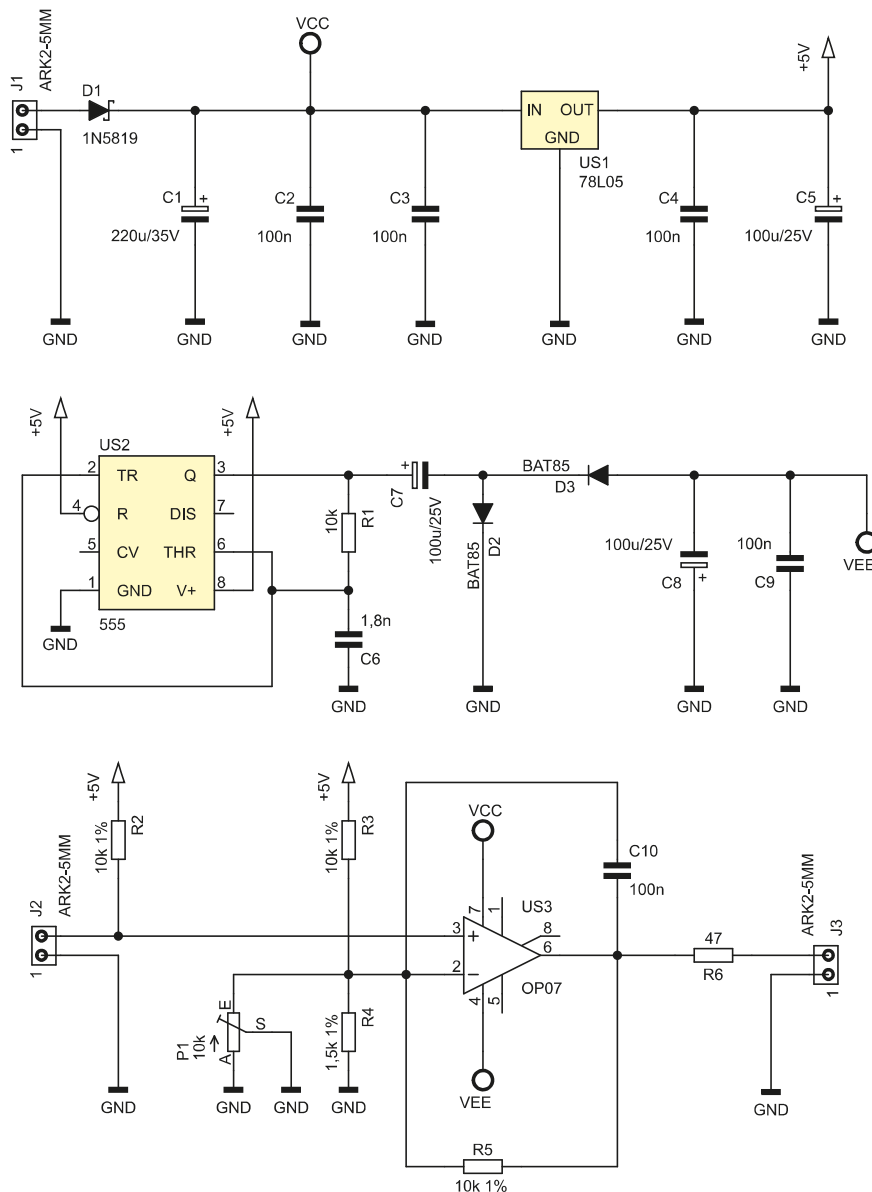
Ponieważ specjalizowane układy do wytwarzania napięcia ujemnego, jak ICL7660, są coraz droższe i trudniej dostępne, postawiono na proste rozwiązanie konwertera wykorzystujące znany układ typu 555 jako generator fali prostokątnej i układ diodowo-kondensatorowy, który zmienia znak polaryzacji napięcia. W tym układzie wypełnienie sygnału prostokątnego wynosi około 50%, zaś jego częstotliwość to około 40 kHz. Praca na częstotliwości ponadkultystycznej i leżącej daleko poza pasmem przenoszeniu układu gwarantują pracę bez powstawiania pisku i emitowania istotnego poziomu zakłóceń.

Układ czasowy typu 555 toleruje maksymalne napięcie zasilania wynoszące 18 V, więc mniej niż akceptuje wzmacniacz operacyjny. Z tego powodu dodano stabilizator napięcia US1, którego zadaniem jest dostarczenie napięcia 5 V do zasilania generatora napięcia ujemnego oraz obwodów wejściowych przetwornika rezystancja–napięcie. Jego dokładna wartość nie jest istotna, gdyż dla prawidłowej pracy 555 nie ma ona znaczenia, zaś obwody wejściowe są zasilane z tej samej gałęzi.

**Montaż i uruchomienie**

Układ został zmontowany na jednostronnej płytce drukowanej o wymiarach 64×30 mm. Jej wzór ścieżek oraz schemat montażowy został pokazany na rysunku 2. W odległości 3 mm od krawędzi płytki znalazły się cztery otwory montażowe, każdy o średnicy 3,2 mm. Montaż proponuję rozpocząć od elementów o najmniejszej wysokości obudowy, czyli rezystorów i diod. Pod układy US2 i US3 proponuję zastosować podstawki, aby ułatwić ich wymianę w razie uszkodzenia.

Kilka słów trzeba poświęcić zakresowi przetwarzania układu, który należy dostosować do swoich wymagań oraz możliwości użytego przetwornika analogowo-cyfrowego. Jeżeli założymy, że wartości elementów idealnie odpowiadają wartościom ze schematu ideowego (zakładając ustawienie P1 na maksymalną rezystancję, czyli 10 kΩ), to napięcie wyjściowe 0 V uzyskamy dla

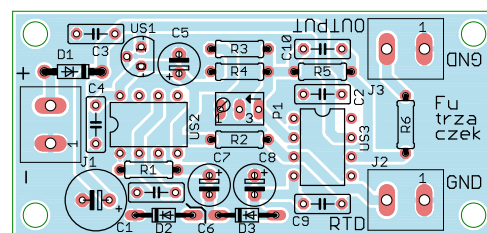


Rysunek 1. Schemat ideowy wzmacniacza do czujnika PT1000

rezystancji czujnika równej 1154 Ω, czyli dla temperatury około 40°C, zaś 5 V na wyjściu dla rezystancji 2615 Ω, co z kolei odpowiada temperaturze 440°C. Ale skręcając ślizgacz P1 do połowy nominalnej rezystancji ścieżki (czyli 5 kΩ), napięcie wyjściowe 0 V uzyskamy dla rezystancji czujnika równej 1035 Ω, czyli dla temperatury około 9°C, zaś 5 V na wyjściu dla rezystancji 2310 Ω, co z kolei odpowiada temperaturze 350°C.

Odpowiedni dobór wartości rezystora R5 (odpowiedzialnego za wzmocnienie) oraz położenia ślizgacza potencjometru P1 i/lub rezystancji

rezystora R4 (odpowiedzialnych za ustalenie offsetu rezystancyjnego), umożliwią uzyskanieżądanego zakresu obsługiwanej temperatury i napięcia wyjściowego. Niestety,



Rysunek 2. Schemat montażowy i wzór ścieżek płytki

obie te regulacje wpływają na siebie, więc pomocna w ustaleniu docelowych wartości elementów może być prosta symulacja komputerowa.

Prawidłowo zmontowany układ jest od razu gotowy do pracy. Do złącza J1

należy doprowadzić napięcie stałe z zakresu 9...24 V. Pobór prądu wynosi około 10 mA przy zasilaniu napięciem 12 V. Złącze J2 jest przewidziane do podłączenia czujnika typu PT1000. Jeżeli połączenie z płytką odbywa się za pomocą przewodu ekranowanego,

to ekran warto podłączyć do zacisku oznaczonego jako GND, zaś żyłę środkową do wejścia RTD. Na złączu J3 mamy dostępne napięcie stałe, odpowiadające temperaturze czujnika.

Michał Kurzela, EP



#### Podstawowe parametry:

- sumowanie sygnału audio z dwóch źródeł,
- amplitudy sygnałów ze źródeł sumowane są w identycznym stosunku, niezależnie od impedancji wyjściowej źródła sygnału,
- stała impedancja wejściowa 1 M $\Omega$ ,
- stała impedancja wyjściowa 33  $\Omega$ ,
- dwa kanały,
- pasmo przenoszenia od 0 Hz (składowa stała),
- brak odwracania fazy między sygnałami wejściowymi a wyjściowym,
- zasilanie napięciem symetrycznym +15 V i -15 V (lub z przedziału  $\pm 9$  V...  $\pm 15$  V).

W ofercie AVT\*

**AVT5957**

\* Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiędzeczność lutownicza. Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wylutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz

elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu. Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:
 

- wersja [C] – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wylutowane w płytkę PCB)
- wersja [A] – płytkę drukowaną bez elementów i dokumentacji

Kity, w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
 

- wersja [A\*] – płytkę drukowaną [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja
- wersja [UK] – zaprogramowany układ

 Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas

składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz – <http://sklep.avt.pl>.

W przypadku braku dostępności na stronie sklepu osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt Via e-mail: [kity@avt.pl](mailto:kity@avt.pl).

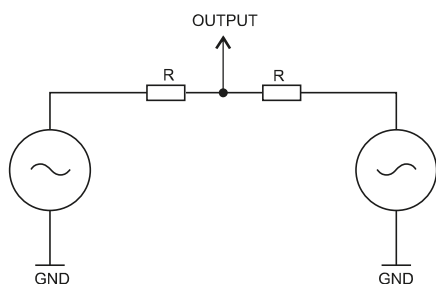
#### Dodatkowe materiały do pobrania ze strony [www.ulubionykiosk.pl/media](http://www.ulubionykiosk.pl/media)

AVT5873	Stereofoniczny aktywny regulator głośności (EP 8/2021)
AVT5683	Trzykanałowy sumator/mikser audio (EP 6/2019)
AVT1972	Potencjometr „Panorama” audio (EP 9/2017)
AVT1958	Ducker audio z układem THAT4301 (EP 8/2017)
AVT1670	Stereofoniczny regulator barwy dźwięku (EP 4/2012)
AVT5208	T-Mixer. Nowoczesny mikser audio z panelem dotykowym (EP 11/2009)
AVT2710	Prosty dyskotekowy mikser (EdW 2/2004)
AVT490	Mikser audio ze sterowaniem cyfrowym (EP 2-3/1999)
AVT2173	Trzykanałowy mikser ze wzmacniaczem (EdW 12/1997-1/1998)
AVT1034	Czterokanałowy mikser stereo (EP 4/1995)
AVT2132	Przedwzmacniacz z regulacją barwy dźwięku
AVT5745	Przedwzmacniacz stereo z regulacją barwy dźwięku

## Sumator dwóch źródeł audio

Niektóre urządzenia audio, na przykład przedwzmacniacze, mają wbudowany selektor umożliwiający wybór źródła sygnału. Ale co w sytuacji, kiedy na jedno wejście musimy podać jednocześnie sygnał pochodzący z dwóch źródeł – na przykład z keyboardu i mikrofonu? Wtedy z pomocą może przyjść opisany układ.

Kiedy na jedno wejście trzeba podać sygnał z więcej niż jednego źródła, należy sygnały z tych źródeł poddać operacji sumowania. W teorii to nie jest nic trudnego – spójrzmy na **rysunek 1** – wystarczy dwa rezystory. Ale praktyka dowodzi inaczej. Po pierwsze, te źródła mogą mieć różną (najczęściej większą od zera) impedancję wyjściową. Ulegnie ona zsumowaniu z rezystancją opornika ograniczającego prąd wyjściowy danego źródła i spowoduje, że będzie ono brane z mniejszą wagą, tj. w wynikowym sygnale jego udział będzie mniejszy. O ile mniejszy? Tego najczęściej nie wiemy, zwłaszcza kiedy impedancja zależy od częstotliwości. Druga rzecz: impedancja wyjściowa tego tworu wynosi  $R/2$ , co w wielu przypadkach może być przyczyną silnego tłumienia już zsumowanego sygnału.

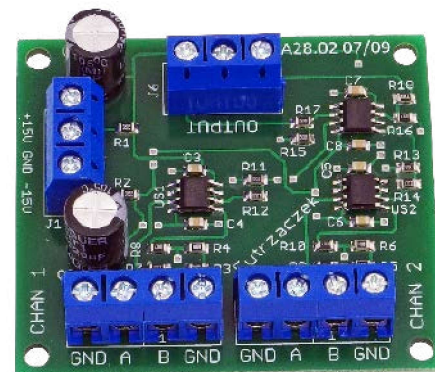


Rysunek 1. Bardzo prosty sumator napięć

Jednak wystarczy obudować ten prosty twór trzema wórnkami napięciowymi oraz paroma innymi elementami, aby uzyskać układ o parametrach znacznie lepszych od tego z rysunku 1.

### Budowa i działanie

Schemat ideowy omawianego układu znajduje się na **rysunku 2**. Jest na nim w sumie sześć wzmacniaczy operacyjnych, zamkniętych w trzech układach typu TL082. Te tanie



i popularne kostki o bardzo przyzwoitych parametrach mogą z powodzeniem znaleźć zastosowanie w dziedzinie audio. Jak pokażą pomiary, nadają się do tego zastosowania wręcz doskonale.

REKLAMA

Hurtownia elementów elektronicznych "AKSOTRONIK" zaprasza do swojego sklepu internetowego  
Zaloguj się i kupuj ON-LINE na naszej stronie:

**WWW.AKSOTRONIK.COM.PL**

**Aksotronik**  
ELEMENTY ELEKTRONICZNE

<p><b>Magnesy neodymowe oraz ferrytowe</b> Ceny od 0.10zł</p> <p><b>Kostki elektryczne zaciskowe</b> Ceny od 0.22zł</p> <p><b>Szczotki węglowe do elektronarzędzi</b> Ceny od 2.60zł/kpl</p> <p><b>Podkładki/organizery</b> Ceny od 0.95zł</p>	<p><b>Przełączniki klawiszowe wodoszczelne</b> Ceny od 2.40zł</p> <p><b>Druły oporowe</b> od 0.16 do 0.81mm Ceny od 5.70zł</p> <p><b>Przełączniki do elektronarzędzi zwykłe i elektromagnetyczne</b> Ceny od 7.00zł</p> <p><b>Zestawy śrubek M2, M3 z nakrętkami i podkładkami</b> Ceny od 2.50zł</p>	<p><b>Prowadniki do przewodów</b> Ceny od 11.80zł</p> <p><b>Złącza hermetyczne Superseal</b> Ceny od 1.10zł/kpl</p>
--	---	---

Uwaga!! Powyższe ceny dotyczą zakupów minimalnych ilości hurtowych, poprzez nasz sklep internetowy.  
W swojej ofercie posiadamy m.in.: półprzewodniki (diody, układy scalone, tranzystory, triaki, elementy optoelektroniczne), elementy dystansowe, złącza, przełączniki, elementy akustyczne, rezystory, kondensatory, kwarce, podstawki, moduły Arduino  
Zapraszamy do kontaktu: [INFO@aksotronik.com.pl](mailto:INFO@aksotronik.com.pl), tel: (22) 783-20-51