



W ofercie AVT*

AVT5932

Podstawowe parametry:

- dwupółkowe prostowanie sygnału bipolarnego,
- wzmacnienie 1 V/V,
- pasmo przenoszenia rozpoczyna się od składowej stałej (0 Hz),
- możliwość pracy jako przetwornik wartości szczytowej,
- zasilanie napięciem symetrycznym $\pm 5...15$ V.

* 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 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

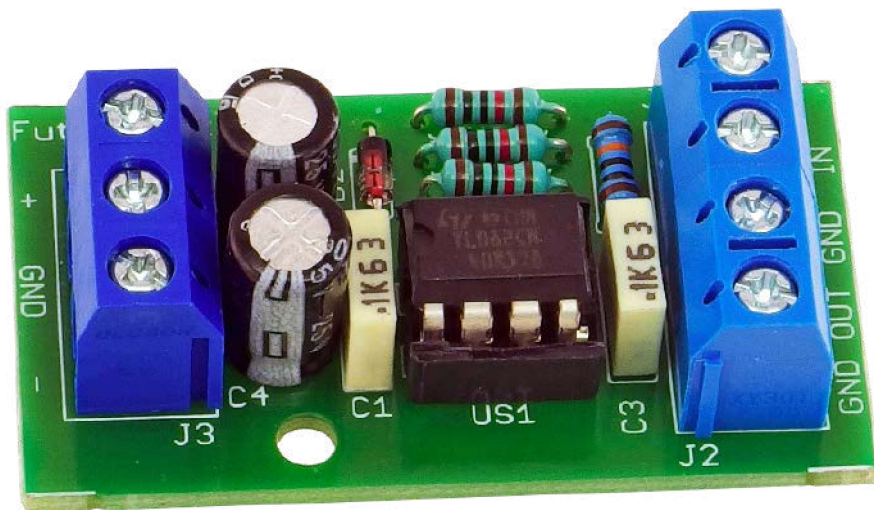
Kity, w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
 ■ wersja [A+] – płytkę drukowaną [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja
 ■ wersja [UK] – zaprogramowany układ
 Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony 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

Idealny prostownik dwupółkowy

Typowy mostek Graetza, wykonany z użyciem diod półprzewodnikowych, zmniejsza amplitudę sygnału wyjściowego za sprawą niezerowego napięcia przewodzenia diod, z których jest zbudowany. Niekiedy nie możemy sobie na to pozwolić, na przykład w zastosowaniach pomiarowych. Wtedy musimy sięgnąć po układ aktywny, który jest wolny od tej wady.



Najlepszym przykładem zastosowania takiego układu jest adaptacja przemiennego sygnału analogowego na potrzeby pomiaru jego właściwości przetwornikiem analogowo-cyfrowym. Jeżeli musimy analizować jego amplitudę lub częstotliwość, ten układ będzie pasował doskonale. Jego zadanie jest banalnie proste: prostuje napięciowy sygnał przemienny w taki sposób, jak gdyby był wykonany z diod idealnych. Dodając jeden kondensator można ten układ zamienić w przetwornik wartości szczytowej. To również może być użyteczne podczas przetwarzania sygnałów analogowych, na przykład z różnorodnych czujników indukcyjnych lub Halla.

Budowa i działanie

Schemat ideowy omawianego układu znajduje się na **rysunku 1**. Wzmacniacz operacyjny US1B, razem z rezystorami R2 i R4, tworzy wzmacniacz odwracający o wzmacnieniu -1 V/V. Rezystor R3 kompensuje wpływ

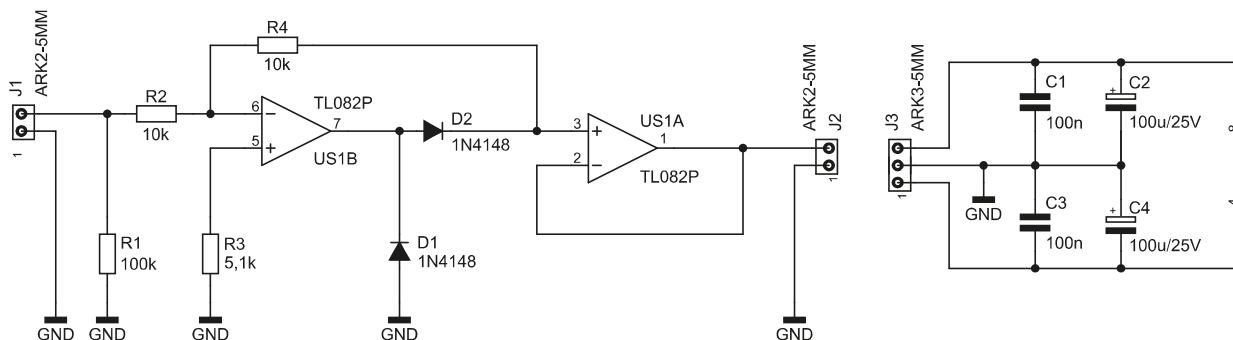
wejściowego prądu polaryzującego tranzystory wejściowe wzmacniacza operacyjnego. Wprawdzie użyty w tym układzie TL082 posiada wejścia oparte o tranzystory JFET, ale można zastosować inny rodzaj układu, w którym występują tranzystory bipolarne i ta kompensacja ma już niemałe znaczenie.

Dioda D2 blokuje działanie wyżej opisanego bloku dla sygnału o polaryzacji dodatniej. Wyjście wzmacniacza operacyjnego „chciałoby” przyjąć wtedy potencjał ujemny, co skutkuje zatknięciem tej diody. Dlatego dodatnią część sygnału przechodzi bez szwanku przez R2 i R4, zaś ujemna jest odwracana przez US1B. Jednocześnie wzmacniacz operacyjny kompensuje spadek napięcia na tej diodzie, ponieważ zewnętrzna pętla sprzężenia zwrotnego jest podłączona za katodą tejże diody.

Wiele układów, jakie można znaleźć w literaturze, poprzestaje na tych kilku elementach.

Ale tutaj dodano diodę D1, która nie ma żadnego wpływu w momentach, kiedy US1B odwraca sygnał – jego wyjście ma potencjał dodatni, więc ten element półprzewodnikowy jest zatknięty, nie przewodzi prądu. Ale w chwili, gdy trzeba zablokować działanie US1B (diodą D2), jego wyjście przyjąłoby potencjał silnie ujemny, dążący do ujemnej linii zasilania. Stanie się tak, gdyż jego pętla sprzężenia zwrotnego zostanie wówczas rozrwana przez zatkniętą diodę D2. To z kolei spowalniałoby powrót US1B do normalnego działania.

Czym to się przejawia i czy ten efekt jest w ogóle możliwy do zauważenia? Na **rysunku 2** pokazano oscylogram napięcia wejściowego (niebieski) i wyjściowego (żółty). Na wejście układu podano sygnał sinusoidalny o częstotliwości 1 kHz i amplitudzie 4 V, a zasilany był napięciem symetrycznym ± 15 V. W momencie przejścia sygnału



Rysunek 1. Schemat ideowy prostownika idealnego

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

Rezystory: (THT o mocy 0,25 W)

R1: 100 kΩ
R2, R4: 10 kΩ 1%
R3: 5,1k kΩ

Kondensatory:

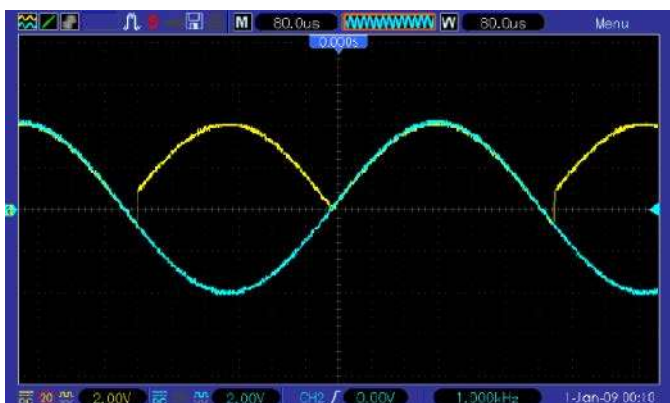
C1, C3: 100 nF raster 5 mm MKT
C2, C4: 100 μF 25 V raster 2,54 mm

Półprzewodniki:

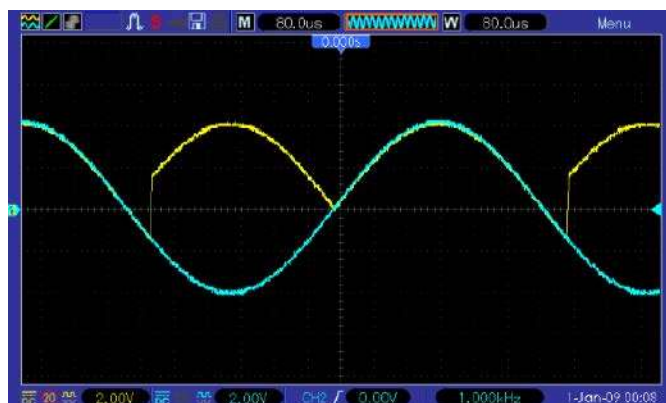
D1, D2: 1N4148
US1: TL082 (DIP8)

Pozostałe:

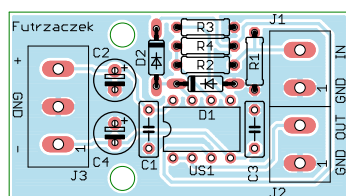
J1, J2: ARK2/500
J3: ARK3/500
Podstawka (DIP8)



Rysunek 2. Oscylogramy przebiegów napięcia wejściowego i wyjściowego z zamontowaną diodą D1



Rysunek 3. Oscylogramy przebiegów napięcia wejściowego i wyjściowego z wymontowaną diodą D1



Rysunek 4. Schemat płytki PCB

wejściowego przez zero z ujemną pochodną (z połówki dodatniej robi się ujemna), widoczne jest liniowe narastanie sygnału, odbiegające kształtem od wymuszonego przez generator. To jest widoczny efekt slew-rate tego wzmacniacza, który „nie nadąża” w tak krótkim czasie zwiększyć potencjału swojego wyjścia z około $-0,7$ V (napięcie przewodzenia D1) do około $+0,7$ V i więcej (aby dioda D2 zaczęła przewodzić). Nie pomagają mu w tym również skończone wzmocnienie napięciowe, choć to ma akurat drugorzędne znaczenie.

Jeżeli dioda D1 zostałaby usunięta, czyli układ zostałby przywrócony do podrecznikowej wersji, ten sam oscylogram będzie wyglądał jak na **rysunku 3**. Wyjście wzmacniacza musi zwiększać swój potencjał nie od $-0,7$ V, lecz od około -12 V. Jego slew-rate spowoduje wydłużenie czasu narastania napięcia na wyjściu, co uwidacznia się jako dłuższy odcinek zniekształconego zbrocza narastającego w sygnale wyjściowym.

Wadą rozwiązania z diodą D1 jest zwiększony pobór prądu przez układ w momencie wystąpienia dodatniej połówki sygnału. Wyjście US1B pracuje wtedy „na zwarcie”, którym jest otwarta dioda D1. Jednak wzmacniacze operacyjne mają wbudowane obwody ograniczające natężenie prądu wyjściowego, zatem o uszkodzeniu nie może być mowy. Trzeba jednak liczyć się z nagrzewaniem obudowy układu scalonego w czasie pracy.

Rezystor R1 polaryzuje wejście układu potencjałem 0 V i jest również – równolegle

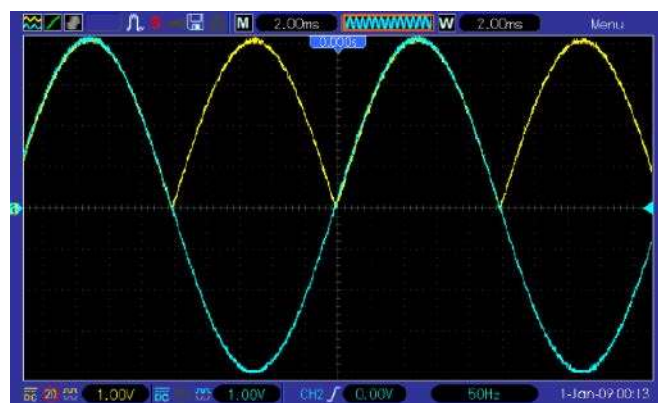
z rezystorem R2 – obciążeniem źródła sygnału. Aby układ działał prawidłowo, czyli obie połówki sygnału były wiernie odwzorowane, rezystancja wyjścia źródła sygnału powinna być możliwie niska, najlepiej zerowa. Obecnie rezystancja wejściowa wynosi około 9 kΩ.

Rezystancja wyjściowa prostownika ze wzmacniaczem US1B ulega silnym zmianom: wynosi 20 kΩ dla dodatniej połówki sygnału wejściowego i jest bliska zero dla ujemnej. Dlatego wzmacniacz US1A został użyty w roli wtórnika napięciowego, który niweluje te wahania.

Montaż i uruchomienie

Układ został zmontowany na jednostronnej płytce drukowanej o wymiarach 45×25 mm, której schemat został pokazany na **rysunku 4**. Montaż proponuję rozpocząć od elementów o najmniejszej wysokości obudowy, czyli rezystorów i diod. Pod układ US1 proponuję zastosować podstawkę, aby ułatwić jego wymianę w razie uszkodzenia. Listwy zaciskowe złącz J1 i J2 należy złączyć ze sobą przed wlutowaniem. Układ jest gotowy do działania zaraz po zmontowaniu, nie wymaga jakichkolwiek czynności uruchomieniowych.

Do złącza J3 należy podłączyć zasilanie symetryczne o wartościach w zakresie $\pm 5 \dots 15$ V. Pobór prądu zależy od sygnału, ale można przyjąć, że nie przekracza 30 mA, przy czym jest on pobierany głównie z ujemnej gałęzi. Wartość szczytowa sygnału



Rysunek 5. Oscylogramy przebiegów napięcia wejściowego i wyjściowego bez widocznych zniekształceń

wejściowego powinna być o ok. 4 V niższa od napięcia zasilania.

W związku z omawianym wcześniej efektem zniekształcenia sygnału wyjściowego na zboczach narastających, jaka jest maksymalna częstotliwość prawidłowej pracy? Jeżeli zależy nam na wiernym odwzorowaniu kształtu, to można przyjąć że 50 Hz – co udowadnia oscylogram na **rysunku 5**. Przy 100 Hz wspomniane „ścięcie” zaczyna być widoczne. Ta granica jest trudna do określenia, gdyż zależy od tego, z jaką dokładnością chcemy wyprostować sygnał.

W szerszym paśmie, co najmniej do kilku kiloherców, ten układ może pracować jako przetwornik wartości szczytowej. Wystarczy między masę a węzeł z katodą diody D2, rezystorem R4 i wejściem US1A wpiąć kondensator, najlepiej foliowy lub tantalowy (plusem w stronę węzła). Wtedy na wyjściu uzyskamy składową stałą, która będzie swoją wartością bliska wartości szczytowej prostowanego sygnału. Sumaryczna rezystancja R2+R4 ustala stałą czasową rozładowywania tego kondensatora.

Michał Kurzela, EP