



Zasilacz do układów audio

DODATKOWE MATERIAŁY NA FTP:

<ftp://ep.com.pl>

USER: 33372, PASS: 6nwd5fk4

W ofercie AVT*

AVT-5579

Podstawowe informacje:

- Jednostronna płytka drukowana o wymiarach 100 mm×46 mm.
- Zasilanie napięciem przemiennym lub stałym (wbudowany prostownik).
- Wyjście symetryczne ±15 V DC.
- Maksymalny prąd wyjściowy 1 A.
- Łatwy montaż.
- Dodatkowy obwód redukujący amplitudę tętnień wywołanych przez prąd pobierany impulsowo.

Projekty pokrewne na FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na FTP)

AVT-1951	Zasilacz do modułów audio (EP 5/2017)
AVT-1946	Zasilacz napięcia symetrycznego z LM27762 (EP 2/2017)
AVT-1895	Uniwersalny moduł zasilający (EP 10/2016)
AVT-1913	Moduł miniaturowego zasilacza (EP 8/2016)

* Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu.

Wymagana umiejętność lutowania!

Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie Kitem (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wylutować w dotychczasową 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 płytce PCB)
- wersja [A] płytka drukowana bez elementów i dokumentacja
- wersja [A+] płytka drukowana bez elementów i dokumentacja, posiadają 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://shlep.avt.pl>

Analogowe układy audio, takie jak bufory czy przedwzmacniacze, są wymagające pod względem jakości zasilania. W przeciwnym razie do przeniesionego sygnału mogą przedostać się rozmaite zaburzenia. Prezentowany zasilacz ma rozbudowaną pętlę sprzężenia zwrotnego, która znacząco poprawia jego odpowiedź impulsową, a to z kolei zmniejsza wpływ „szarpnięć” prądu na napięcie.

Rekomendacje: do zasilania modułów audio i innych urządzeń (np. wzmacniaczy) wymagających zasilania o dobrej jakości.

Uproszczony schemat urządzenia pokazano na rysunku 1. Za stabilizację napięć są odpowiedzialne układy LM317 i LM337. Od strony stałoprądowej ich aplikacja jest typowa: na rezystorze między wyprowadzeniem ADJ a OUT odkłada się napięcie równe referencyjnemu. To powoduje, że przez rezystor włączony między ADJ oraz masę płynie prąd o natężeniu zbliżonym do tego w pierwszym rezystorze. W ten oto prosty sposób działa stabilizacja napięcia wyjściowego.

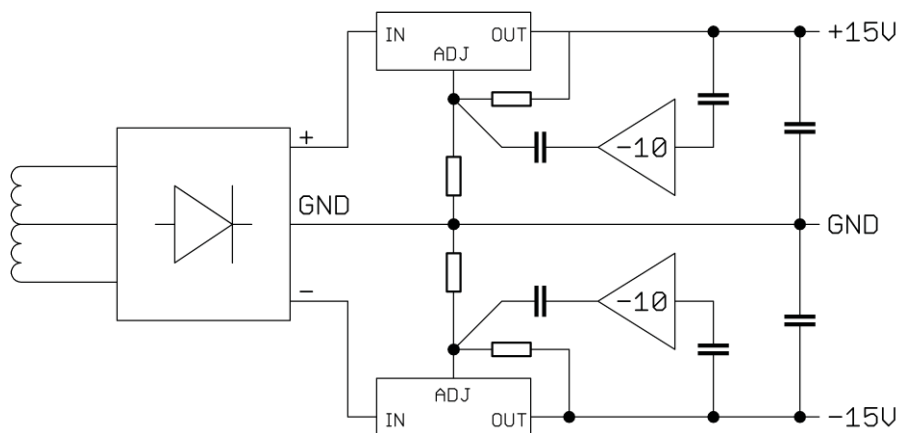
Kondensatory włączone między linie wyjściowe stabilizatorów a masę służą zmniejszeniu impedancji wewnętrznej takiego źródła zasilania. Jednak, jak dowodzi praktyka, nie są wystarczające, jeżeli pobierany prąd ma charakter impulsowy. Widoczne jest wtedy charakterystyczne „przysiadanie” napięcia pod obciążeniem, które jest skutkiem niezerowej impedancji wyjściowej takiego układu. W układach audio stricte impulsowy

pobór prądu występuje rzadko, lecz można spotkać się ze zbliżoną sytuacją.

Zasada działania

Rozwiązanie, które zostało zastosowane w tym zasilaczu polega na dodaniu obwodu, który zmienia potencjał wyprowadzenia ADJ przeciwie do aktualnej zmiany napięcia wyjściowego. Taką rolę może pełnić wzmacniacz odwracający ze sprzężeniem zmiennoprądowym na wejściu i wyjściu. Podczas testów okazało się, że najlepsze efekty daje zastosowanie wzmacniacza o relatywnie niewielkim wzmacnieniu, ponieważ ma wówczas szerokie pasmo przenoszenia.

Posłużmy się przykładem stabilizatora napięcia dodatniego. Gdy potencjał na jego wyjścia gwałtownie opada, informacja o tym jest przenoszona na wejście wzmacniacza. Ten odwraca jego fazę o 180° i podaje na wyprowadzenie ADJ układu LM317. Impuls prądu zostaje wstrzyknięty w ten węzeł, a jego potencjał natychmiast



Rysunek 1. Uproszczony schemat zasilacza

ulega podniesieniu. Przesunięcie fazy między wyprowadzeniem ADJ a OUT jest zerowe, więc napięcie wyjściowe również wzrasta.

Jest to typowe, ujemne sprzężenie zwrotne – układ na bieżąco śledzi zmiany napięcia wyjściowego i zapobiega im. Jak zostanie dalej pokazane, nie powstają przy tym żadne niepożądane oscylacje, co świadczy o stabilności całego systemu.

Budowa

Na rysunku 2 pokazano schemat ideowy zasilacza. Mostek prostowniczy wykonano na diodach Schottky typu SR1100. Mają one mniejszy spadek napięcia w kierunku przewodzenia w porównaniu ze zwykłymi diodami prostowniczymi. Charakteryzują się również mniejszą rezystancją szeregową, przez co tętnienia napięcia na kondensatorach filtra są mniejsze.

Przed mostkiem, pomiędzy uzwojenia transformatora a masę włączono dwa szeregowo układy RC, tzw. snubbery. Ich rolą jest tłumienie zaburzeń w.cz., które mogłyby przechodzić przez transformator sieciowy

do układu. Energia tych zaburzeń jest wytracana w rezystorach R1 i R2. Kondensatory szeregowo odcinają składowe niskoczęstotliwościowe, których tłumić nie trzeba.

Napięcie wyjściowe jest ustalone przez rezystory R3, R4 oraz R8, R9. Zakładając, że napięcie referencyjne wynosi 1,25 V, na wyjściu powinno znajdować się równie 15 V. Jednak nie zastosowano tutaj rezystorów precyzyjnych, ponieważ dla układów analogowych istotniejsza jest zmienność napięcia w czasie niż jego dokładna wartość.

Rezystory, które są włączone między wyprowadzenia OUT i ADJ mają wartość 100 Ω. Jest to celowe, ponieważ niektóre stabilizatory z serii LM317/LM337 mają skłonność do wzbudzenia się lub podawania zawyżonego napięcia, kiedy ta rezystancja jest większa. Cały układ jest zasilany z sieci, więc pobór prądu wyższy o kilka miliamperów nie jest odczuwalny.

Wzmacniacze odwracające wykonano na podwójnym wzmacniaczu operacyjnym typu TL082. Układ ten charakteryzuje się wysokim współczynnikiem Slew-Rate (13...16 V/μs, zależnie od producenta) oraz szerokim

Wykaz elementów:

Rezystory: (SMD 1206)

R1, R2: 4,7 Ω
R3, R8: 1,1 kΩ
R4, R10: 100 Ω
R5, R9, R13, R14: 33 Ω
R6, R11: 10 kΩ
R7, R12: 1 kΩ

Kondensatory:

C1, C2, C4, C6, C12, C14, C16, C18: 100 nF
C3, C5: 2200 μF/35 V
C7...C10, C15, C17: 22 μF/25 V
C11, C13: 220 μF/25 V

Półprzewodniki:

D1...D6: SR1100
US1: LM317 (TO220)
US2: TL082 (DIP8)
US3: LM337 (TO220)

Inne:

J1, J2: ARK3/5 mm
Podstawka DIP8

pasmem (4 MHz). Ponadto, ze względu na wejścia typu JFET, nie wymaga on dbałości o kompensację prądów wejściowych.

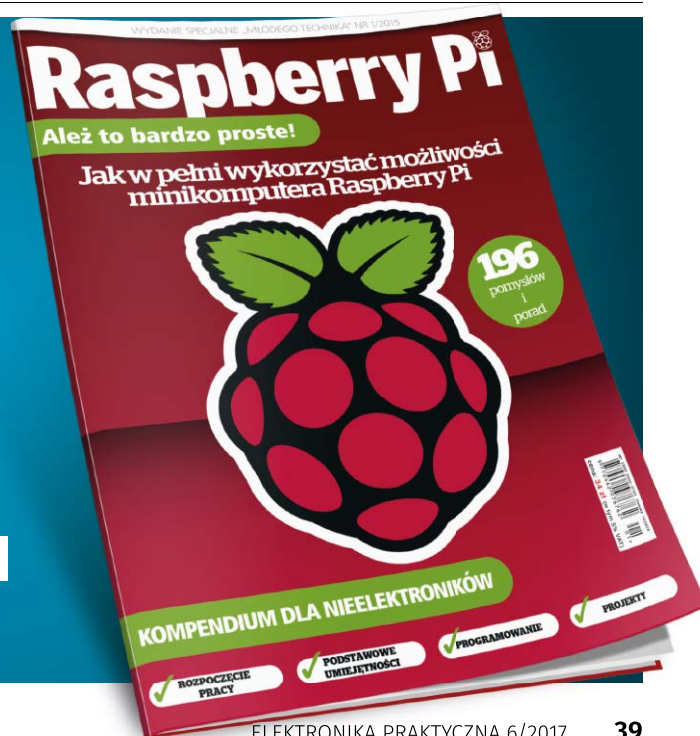
Sygnal na wejście wzmacniacza odwracającego jest przekazywany poprzez górnoprzepustowy filtr RC, składający się z rezystora 1 kΩ i kondensatora 22 μF. Jego stała czasowa wynosi 22 ms, a częstotliwość graniczna ok. 7 Hz. Powoduje to kompensację w szerokim zakresie częstotliwości, włączając w to niskie tony sygnału audio.

Wyjścia wzmacniaczy operacyjnych są odseparowane od stałego potencjału wyprowadzenia ADJ przy użyciu kondensatorów o pojemności 22 μF. Dodany szeregowo rezystor 33 Ω nieco ogranicza wpływ wyjścia wzmacniacza. Chodzi o to, aby przy bardzo silnym spadku napięcia, nie doszło do nagłego przeregulowania wywołanego zbyt silnym podniesieniem

REKLAMA

Wydanie specjalne
„Raspberry Pi” to polski
przekład światowego
bestsellera na temat
słynnego minikomputera

www.UlubionyKiosk.pl
(przesyłka GRATIS)



potencjału wypro-
wadzenia ADJ. Jego
wartość dobrano eks-
perymentalnie.

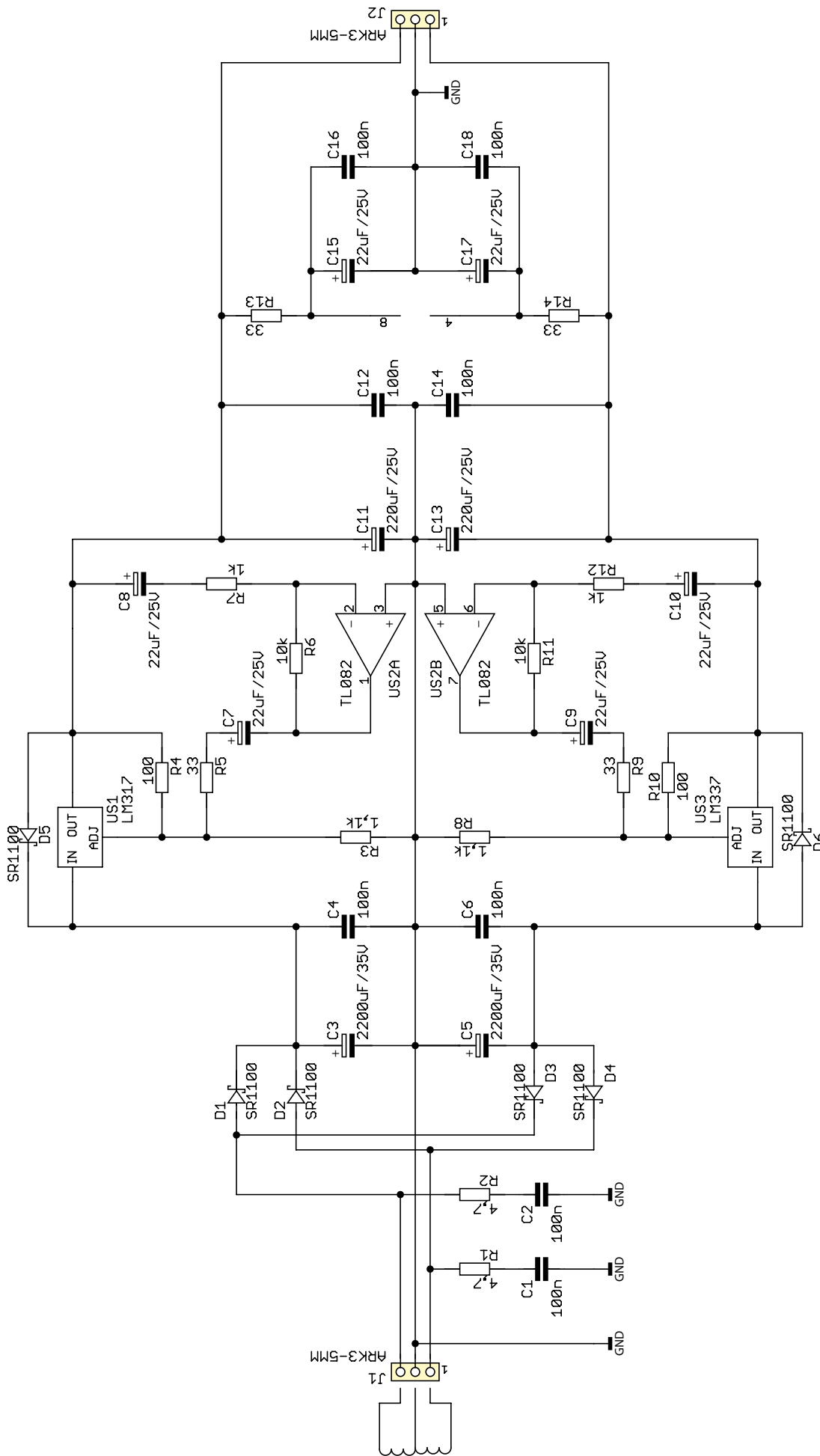
Kondensatory
C11-C14 zmniejszają
impedancję wyjściową
zasilacza w szerokim
zakresie częstotliwości.
Ich obecność wpływa
również pozytywnie
na stabilną pracę ukła-
dów LM317 i LM337.

Zasilanie dla wzmac-
niacza operacyjnego jest
pobierane ze stabiliza-
torów. Aby zmniejszyć
wpływ pobieranego
przez wzmacniacz ope-
racyjny prądu, który ma
charakter impulsowy,
zastosowano dodat-
kowe filtry RC. W ten
sposób, tętnienia z linii
wyjściowych nie prze-
noszą się na wzmac-
niacz, ani sam TL082
nie wywołuje znaczą-
cych zmian napięcia.

Przy układach US1
i US3 znalazły się diody
D5 i D6. W czasie nor-
malnej pracy są spo-
laryzowane zaporowo
napięciem odkładają-
cym się na stabiliza-
torach. Ich rola polega
na zbrocznikowaniu
tych układów scalo-
nych w momencie,
gdy wejście zostanie
zwarłe (np. podczas
awarii diod prostowni-
czych). Kondensatory
wyjściowe są wtedy
rozładowywane za po-
średnictwem tych diod,
a między zaciskami
IN i OUT nie odkłada
się napięcie wsteczne
o znaczącej wartości.
Takie zdarzenie jest
raczej mało prawdo-
podobne, jednak w ra-
zie jego wystąpienia,
układy stabilizatorów
nie zostaną zniszczone.

**Montaż
i uruchomienie**

Układ zasilacza został
zmontowany na jed-
nostronnej płytce dru-
kowanej o wymiarach
100 mm×46 mm, której



Rysunek 2. Schemat ideowy zasilacza do układów audio

schemat montażowy przedstawia **rysunek 3**. W odległości 4 mm od rogów płytki znajdują się otwory o średnicy 3,2 mm, przeznaczone do zamontowania jej w obudowie.

W pierwszej kolejności należy nalutować wszystkie podzespoły w obudowach przeznaczonych do montażu powierzchniowego (SMD). Rozmiar obudów 1206 oraz luźne rozmieszczenie elementów sprzyają przeprowadzeniu tej operacji nawet przez mało doświadczonych elektroników, którzy nie dysponują specjalistycznymi narzędziami.

Kiedy podzespoły bierne montowane od strony ścieżek znajdują się na swoim miejscu, można przejść do elementów przewlekanych, poczynając od trzech zworek z cienkiego drutu. Pod układ scalony US2 polecam zastosować podstawkę.

Jeżeli układ zasilacza został prawidłowo zmontowany, żadne dodatkowe czynności uruchomieniowe nie są wymagane. Jeśli moc tracona w stabilizatorach może być na tyle wysoka, że grozi to przegrzaniem półprzewodnikowej struktury w ich wnętrzu, należy zastosować radiatory. Układy US1 i US3 zostały celowo tak umiejscowione na płycie drukowanej, aby ułatwić to zadanie.

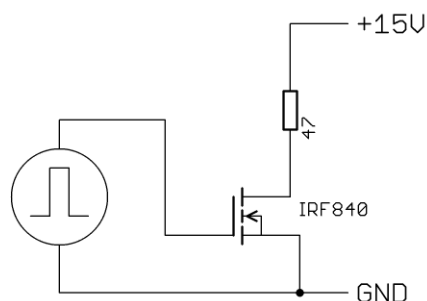
Do zacisków złącza J1 należy podłączyć uzwojenie wtórne transformatora lub wyprostowane napięcie symetryczne. Niezależnie od przyjętego rozwiązania, jego wartość musi być taka, aby na kondensatorach filtru nie odłożyło się napięcie wyższe niż 35 V.

Dla ciekawskich

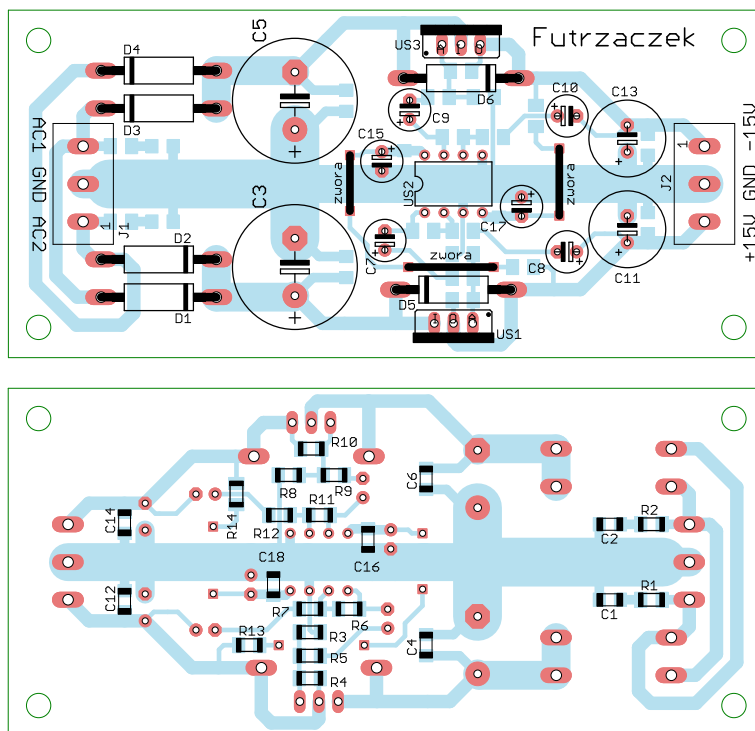
Aby przetestować działanie tak rozbudowanego zasilacza w praktyce, do jego wyjścia dołączono obciążenie o charakterze impulsowym. Schemat tego układu testowego znajduje się na **rysunku 4**. Bramka tranzystora MOSFET była sterowana przebiegiem prostokątnym o małym wypełnieniu i szybkich zboczach, aby uzyskać jak największą amplitudę tętnień.

W pierwszej kolejności sprawdzono zachowanie wyjścia zasilacza bez dodatkowego obwodu w pętli sprzężenia zwrotnego. W tym celu wyjęto z podstawki wzmacniacz operacyjny. Rezultaty są widoczne na oscylogramie na **rysunku 5**. Tętnienia mają amplitudę rzędu 100 mV.

Po włożeniu US2 w podstawkę, sytuacja uległa diametralnej poprawie – **rysunek 6**. Tętnienia zmalały tak bardzo, że zamaskował je szum rejestrowany przez oscyloskop.



Rysunek 4. Schemat układu testowego

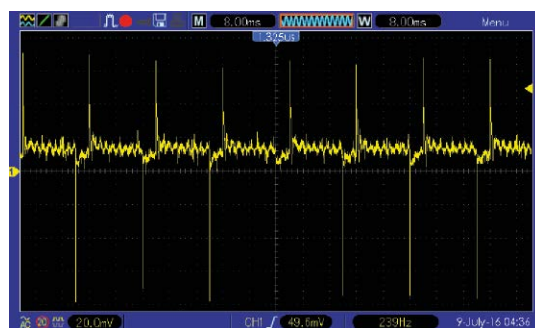


Rysunek 3. Schemat montażowy płytki drukowanej zasilacza

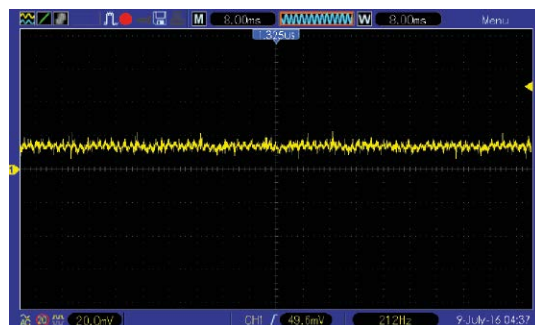
Ciekawe jest zblizenie na przebieg czasowy napięcia na wyjściu wzmacniacza US2A (**rysunek 7**). Widoczny jest na nim mechanizm, który opisałem wcześniej: chwilowemu obniżeniu napięcia wyjściowego towarzyszy reakcja w postaci impulsu podnoszącego potencjał wyprowadzenia ADJ. Po zaniku pobudzenia, potencjał wyjścia spada do zera bez widocznych oscylacji.

Opisane doświadczenie jest przykładem przejawionym w porównaniu do tradycyjnych zachowań układów audio. Pozwoliło ono na ukazanie działania rozbudowanej pętli sprzężenia zwrotnego w praktyce.

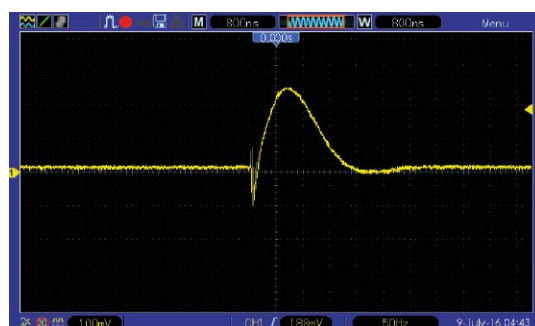
Michał Kurzela, EP



Rysunek 5. Oscylogram napięcia wyjściowego przy braku kompensacji



Rysunek 6. Oscylogram napięcia wyjściowego przy działającej kompensacji



Rysunek 7. Przebieg czasowy napięcia na wyjściu wzmacniacza US2A