

Podsumowanie

Przy wspomnianych wadach ostatnia, jaką jest różny czas załączenia i wyłączenia klucza, wydaje się w większości układów problemem nieistotnym. Pomimo to, mając świadomość, że opisany moduł przeznaczony jest do zastosowań w obwodach sterowania, a nie


wykonawczych i nie służy do przełączania dużych mocy, z jakimi kojarzone są przełączniki półprzewodnikowe, warto zapoznać się z tymi elementami. Dla osób zainteresowanych tematyką przełączników półprzewodnikowych polecam artykuły w EP 12/21 [1], noty katalogowe rodziny G3VM-K302-E1-02.

pdf oraz dokument *Common Precautions for All MOS FET Relays.pdf* [2] firmy Omron.

Adam Tatuś, EP

[1] <http://bit.ly/3IWfxNU>

[2] <https://bit.ly/3IZa1Jr>



W ofercie AVT*

AVT5977

Podstawowe parametry:

- stabilizacja napięcia dodatniego i ujemnego,
- regulacja współbieżna, realizowana jednym potencjometrem,
- zakres napięć wyjściowych: +1,25...22 V oraz -1,25...22 V,
- zakres napięć wejściowych: +7...30 V oraz -4...27 V,
- maksymalny prąd wyjściowy 1,5 A,
- wbudowane zabezpieczenie przed przegrzaniem.

* 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 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] - 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.

Dodatkowe materiały do pobrania ze strony www.ulubionykiosk.pl/media

AVT5963	Zasilacz warsztatowy część 1 i 2 (EP 12/2022 01/2023)
----	Modułowy zasilacz warsztatowy (EP 5/2022)
----	Regulowany zasilacz warsztatowy - RPS-02 (EP 4/2022)
AVT5915	Zasilacz 5 V/1 A z szerokim zakresem napięć wejściowych (EP 1/2022)
AVT5908	Beztransformatorowy impulsowy zasilacz sieciowy (EP 12/2021)
AVT5872	Regulowany zamiennik stabilizatora 78xx (EP 7/2021)

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.

Stabilizator napięcia symetrycznego z regulacją współbieżną

Układy LM317 i LM337 umożliwiają łatwą realizację regulowanych stabilizatorów napięć stałych, odpowiednio dodatniego i ujemnego. O ile jednokrotne ich ustawienie nie stanowi problemu, o tyle jednoczesna zmiana napięcia wyjściowego obu tych stabilizatorów rodzi problemy. Zaprezentowany układ może być prostym, a zarazem funkcjonalnym uzupełnieniem narzędzi w pracowni elektronika.

Moduły ze stabilizatorami liniowymi typu LM317 i LM337 są tanie i bardzo łatwo dostępne. Można z nich zbudować prosty zasilacz do układów analogowych, na przykład do testowania przedwzmacniaczy audio. Przysłowiowe schody zaczynają się w momencie, kiedy potrzebujemy regulowanego napięcia symetrycznego. Oddzielne regulowanie dwóch potencjometrów jest uciążliwe. Z kolei jeden podwójny potencjometr potrafi mieć bardzo duże rozrzuty wartości rezystancji między sekcjami, sięgające kilkunastu procent. Do zasilacza laboratoryjnego to dosyć kiepskie rozwiązania... ale jest też zdecydowanie lepsze.

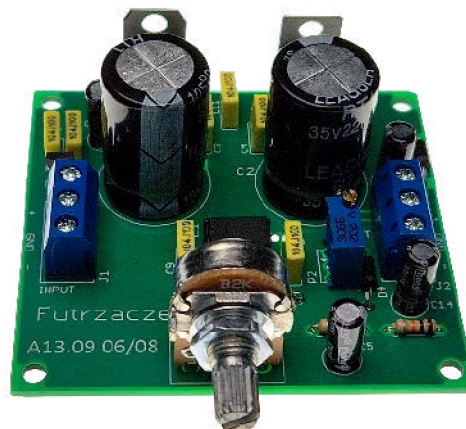
Zaprezentowany układ to proste w budowie i kompaktowe ominięcie opisanego problemu. Jednym potencjometrem możemy jednocześnie regulować dwa napięcia wyjściowe, dodatnie i ujemne. Nierównomierności między nimi mogą wynosić nie więcej niż kilkanaście miliwoltów, co jest bardzo dobrym wynikiem jak na tak prosty moduł. Niejako przy okazji mamy do dyspozycji całkiem skutecznie działające zabezpieczenie przed przegrzaniem, więc budowa własnego zasilacza do testowania układów analogowych nie będzie stanowiła większej trudności.

Budowa i działanie

Schemat ideowy omawianego układu znajduje się na **rysunku 1**. Napięcie wejściowe, które ma być regulowane, podaje się na zaciski złącza J1. Powinno być wyprostowane, a najlepiej, gdyby było dobrze filtrowane. Kondensatory C1 i C2 mają wprawdzie niewielką pojemność, lecz przy pełnym obciążeniu wyjścia zasilacza tętnienia na ich zaciskach mogą okazać się zbyt duże. Ich głównym zadaniem jest zmniejszenie impedancji wewnętrznej prostownika z własnym filtrem, którego wyjście będzie podłączone do złącza J1.

Następny blok to dwa dobrze znane układy - bliźniacze LM317 i LM337. Pierwszy służy do stabilizowania napięć dodatnich, drugi zaś ujemnych. W ich aplikacji nie ma tutaj niczego nietypowego, dodano jedynie diody D1 i D2 chroniące te stabilizatory przed uszkodzeniem w sytuacji, kiedy napięcie na wyjściu chwilowo stanie się wyższe od tego, które mamy na wejściu.

Jakie są zalety zastosowania właśnie tych stabilizatorów? Bardzo wiele upraszczają. Po pierwsze, wbudowane źródła napięcia odniesienia (zwłaszcza w LM317) wykluczają konieczność stosowania innych tego typu dodatkowych układów. Po drugie,



mają wbudowane zabezpieczenia przed przegrzaniem, więc nie ma potrzeby dodawania termistorów czy innych czujników temperatury. Można je traktować jak tranzystory bipolarne (odpowiednio NPN i PNP) z dokładnie ustalonym napięciem U_{BE} , wysokim wzmocnieniem prądowym i zabezpieczeniem przed spaleniem w wyniku przegrzania. Tyle uproszczenia w tak małych obudowach i to za niewielką cenę.

Potencjometr P1 jest dostępny dla użytkownika, to typowy pojedynczy potencjometr montowany do ścianki przedniej obudowy. Zadaje on napięcie wyjściowe układu LM317 w zakresie +1,25...22 V. Kondensator C5 zmniejsza tętnienia napięcia wyjściowego. A skąd ujemna gałąź układu wie, jakie powinno być napięcie ujemne, skoro potencjometr jest pojedynczy? Dzielnik rezystancyjny, w skład którego wchodzi R5 oraz R4 + P2, dzieli napięcie wyjściowe. Potencjometr P2 powinien być tak ustawiony, aby rezystancja R5

Wykaz elementów, kupuj na stronie sklep.avt.pl (Warszawa, ul. Leszczyńska 11, tel. +48222578451, e-mail: handlowy@avt.pl)**Rezystory:** (THT o mocy 0,25 W)R1, R2: 120 Ω R3: 5,1 k Ω R4: 9,1 k Ω R5: 10 k Ω P1: 2 k Ω jednoobrotowy do ściankiP2: 2 k Ω montażowy pionowy 3296W**Kondensatory:**C1, C2: 2200 μ F 35 V raster 7,5 mm, średnica 18 mm

C3, C4, C6, C7, C9...C13: 100 nF raster 5 mm MKT

C5, C8, C14, C15: 22 μ F 50 V raster 2,5 mm**Półprzewodniki:**

D1...D4: 1N4007

US1: LM317 (TO220)

US2: LM337 (TO220)

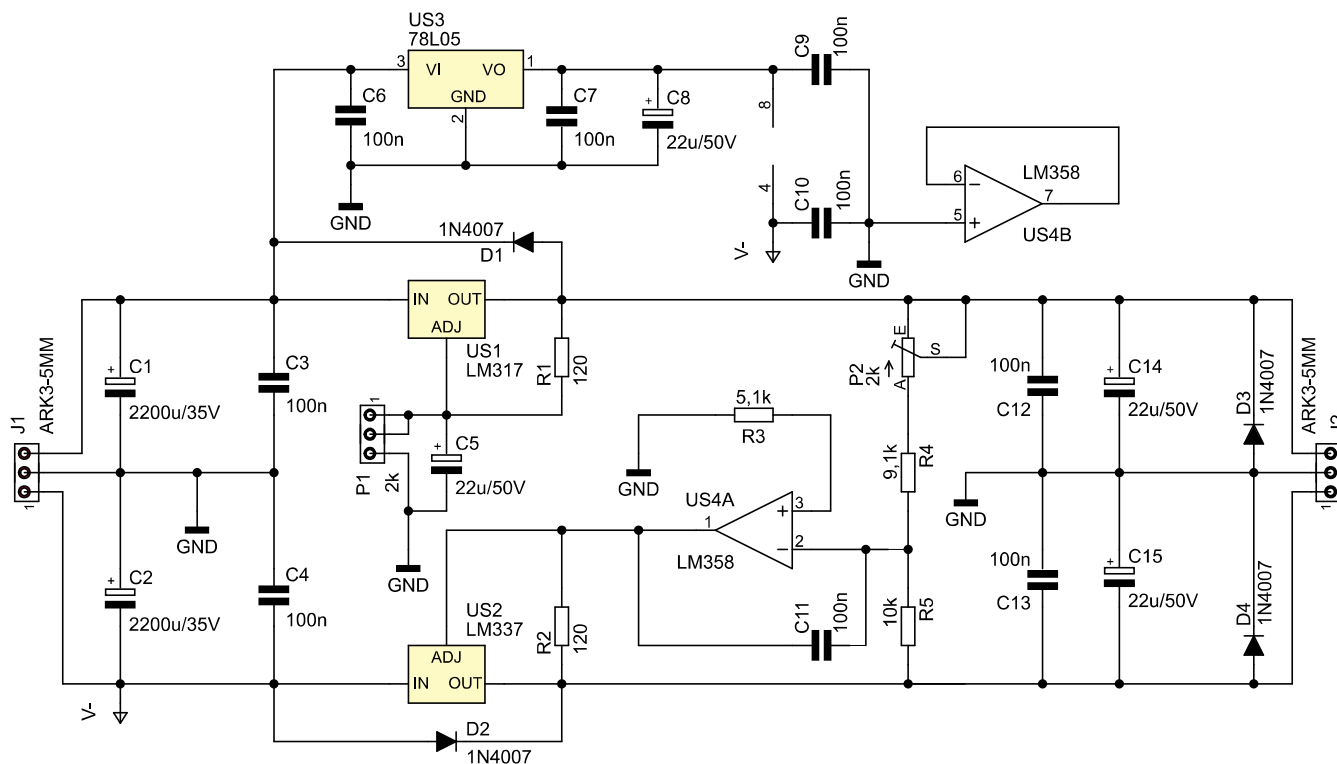
US3: 78L05 (TO92)

US4: LM358 (DIP8)

Pozostałe:

J1, J2: ARK2/500

Jedna podstawa DIP8

**Rysunek 1. Schemat ideowy stabilizatora napięcia symetrycznego**

była równa sumie rezystancji R4 i P2. Mamy więc dzielnik napięcia 1:1. Jeżeli napięcia wyjściowe są idealnie symetryczne, to na wyjściu tego dzielnika uzyskamy... tak, dokładnie 0 V. Wystarczy użyć wzmacniacza operacyjnego (tutaj: US4), który sprawdzi, czy to zero jest równe potencjałowi masy, a jeżeli nie, to trochę doreguluje. Którą część? Oczywiście, tę ujemną, bo dodatnią użytkownik ustawi sobie sam. Rezystor R3 kompensuje wpływ prądów polaryzujących bazy tranzystorów układu wejściowego wzmacniacza operacyjnego, ponieważ w tym układzie jak najwierniej chcemy odwzorować napięcie ujemne względem zadanego, dodatniego. Układ US2 pełni więc funkcję wtórnika napięcia, a jego wbudowane źródło napięcia odniesienia nie jest tutaj szczególnie potrzebne, ponieważ całą pieczę nad napięciem wyjściowym tego stabilizatora trzyma wzmacniacz operacyjny. Rezystor R2 zapewnia przepływ minimalnego prądu wyjściowego przez wyjście US2, aby ten mógł działać poprawnie.

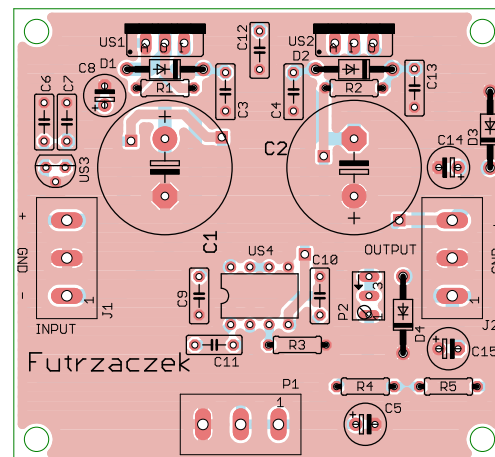
Co w tym układzie robi kondensator C11? Odpowiedź: zawęży pasmo przenoszenia i zapewni margines fazy. Bez niego układ łatwo wpada w oscylacje o częstotliwości około 8 kHz. Zadaniem tego elementu jest „uspokojenie” wzmacniacza operacyjnego, aby ten nie próbował zbyt szybko zmieniać napięcia

wyjściowego. Wyregulowane napięcie jest dostępne na zaciskach złącza J2. Kondensatory C12...C15 zmniejszają impedancję wyjściową i dodatkowo poprawiają stabilność pracy układu. Diody D3 i D4 zwierają wyjście, gdyby użytkownik omyłkowo podłączył do nich źródło napięcia (np. naładowane kondensatory elektrolityczne) niezgodnie z przyjętą polaryzacją.

Tutaj opis układu mógłby się z powodzeniem zakończyć, gdyby nie pewien szkopuł. Otóż układ typu LM358 może być zasilany napięciem nie wyższym niż 32 V. Natomiast na wejście tego układu, chcąc maksymalnie wykorzystać jego potencjał, trzeba podać napięcia +25 V i -25 V – uwzględniając dropout stabilizatorów wynoszący 3 V. Różnica wynosi zatem 50 V i nijak nie przystaje do tych 32 V. Pewnym wyjściem byłoby zastosowanie wysokonapięciowego wzmacniacza operacyjnego, lecz są one drogie i trudno dostępne, zaś ten układ w założeniu miał być tani i prosty w budowie.

Można uciec się do pewnej sztuczki i ograniczyć wzmacniaczowi operacyjnemu dodatnie napięcie zasilające. Skoro potencjał jego wyjścia będzie musiał wynosić, co najwyżej, 0 V,

to w jakim celu zasilać go z tak wysokiego napięcia jak +25 V? Można to obciąć i służy do tego stabilizator napięcia US3. Jego napięcie wyjściowe wynosi 5 V, więc wewnętrzne obwody układu LM358 mają dostatecznie duży margines napięcia od góry. To napięcie tak naprawdę nie musi być stabilizowane, lecz układ 78L05 kosztuje porównywalnie tyle samo, co dioda Zenera i rezystor, a jego użycie upraszcza układ. Niewykorzystany wzmacniacz operacyjny z układu LM358 został połączony jako wtórnik napięcia, którego wejście zwarto z masą układu. W takich warunkach

**Rysunek 2. Schemat płytki PCB**

może pozostać dowolnie długo, bez ryzyka uszkodzenia czy wzbudzenia się.

Montaż i uruchomienie

Układ został zmontowany na dwustronnej płytce drukowanej o wymiarach 65×60 mm, której schemat 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 układ US4 proponuję zastosować podstawkę, aby ułatwić jego wymianę w razie uszkodzenia. Stabilizatory LM317 i LM337 można wlotować na dłuższych nóżkach, by łatwo dało się je przykręcić do radiatora. Zmontowany układ można zobaczyć na fotografii tytułowej.

Zasilanie dla układu powinno się zawierać w następujących granicach: +7...30 V oraz -4...27 V. Dla gałęzi dodatniej owe ograniczenia wynikają z konieczności zapewnienia prawidłowych warunków pracy dla stabilizatora US3 (*dropout* 2 V i maksymalne napięcie wejściowe wynoszące 30 V). Z kolei gałąź ujemna jest ograniczona przez *dropout* układu LM337 (około 3 V) i maksymalne napięcie zasilające wzmacniacz operacyjny

LM358. Jego dodatnie wyprowadzenie zasilania jest na potencjale +5 V, więc ujemny może mieć potencjał nie niższy niż -27 V, aby różnica nie przekraczała 32 V. Można założyć, że maksymalne napięcie wyjściowe, jakie ten układ jest w stanie osiągnąć, wynosi ±22 V, a jeżeli napięcie zasilające będzie niższe niż ±25 V, to *dropout* tego układu wynosi tyle samo, co *dropout* układów LM317 i LM337, czyli około 3 V – czyli maksymalne napięcie wyjściowe będzie o 3 V niższe od wejściowego.

Pobór prądu przez układ bez obciążonego wyjścia wynosi około 25 mA z dodatniej linii zasilającej i około 15 mA z ujemnej. Jest to wartość stała, niezależna zarówno od napięcia wejściowego, jak i wyjściowego. Maksymalny prąd wyjściowy jest ograniczony przez użyte stabilizatory liniowe i wynosi około 1,5 A.

Z zasady działania układu wynika, że ujemne napięcie wyjściowe próbuje odziorować potencjał dodatniego zacisku w złączu wyjściowym (J2). Ale ta relacja nie zachodzi w drugą stronę. Oznacza to, że zwiększając obciążenie na linii dodatniej, kiedy napięcie wyjściowe nieco zmaleje wskutek niezerowej rezystancji wewnętrznej, zmaleje również (dokładniej: zbliży się do zera) potencjał zacisku

ujemnego. Jeżeli zaś wzrośnie obciążenie linii ujemnej, to potencjał linii dodatniej nie dostosuje się do niego. Ten brak wzajemności jest konsekwencją stosunkowo prostej zasady działania układu, lecz w zdecydowanej większości praktycznych przypadków nie będzie ona miała realnego znaczenia.

Moduł stabilizatora nie zda się na zbyt wiele, jeżeli jego elementy wykonawcze, a takimi są LM317 i LM337, nie będą miały zapewnionego odpowiedniego chłodzenia. Odległość między nimi wynosi 25 mm. Jest to o tyle istotne, że planowany radiator powinien mieć taką samą (lub zbliżoną) odległość między żeberkami. Chodzi o to, by wierząc w nim otwór na śrubę M3 dociskającą metalową wkładkę do aluminiowej powierzchni, nie trafić w żeberko. Przykładem takiego profilu jest A4291 (na przykład gotowy radiator RADA4291L5 z oferty AVT), w którym żeberka znajdują się w odległości około 11,8 mm od siebie. Można więc między nimi przewiercić otwory na wylot i wygodnie przytwierdzić stabilizatory, nie zapominając o tulejkach izolacyjnych i odpowiednich podkładkach.

Michał Kurzela, EP



Podstawowe parametry:

- wymaga zamontowania gotowych sterowników zgodny z StepStick,
- dostosowana do modułów z układami: A4988, DRV8825, TMC2208, TMC2226,
- płytka o wymiarach zgodnych z Raspberry Pi Zero,
- konfiguracja poprzez magistralę I²C.

Dodatkowe materiały do pobrania ze strony www.ulubionykiosk.pl/media

- Eliminatory drgań styków mechanicznych (EP 1/2023)
- Moduł redundancji zasilania do komputerów SBC (EP 1/2023)
- Sterownik mikrosilnika krokowego dla Pi Pico (EP 12/2022)
- Radiomodem ISM do Raspberry Pi Zero (EP 11/2022)
- Moduł LoRa dla RPi Pico (EP 9/2022)
- Moduł z wyświetlaczami numitron (EP 8/2022)
- Sterownik mikrosilników prądu stałego do RPi Pico (EP 7/2022)
- Moduł przełączników półprzewodnikowych do RPi Zero i nie tylko (EP 7/2022)
- Ekspander 16×PWM (EP 6/2022)
- Moduł BLE4.1 dla RPi Pico (EP 6/2022)

* **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 wlotować 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 wlotowane 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] : 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.

W ofercie AVT*
AVT5978

Sterownik dwóch mikrosilników krokowych do Pi Zero

Zaprezentowany projekt to nakładka ze sterownikiem dwóch mikrosilników krokowych dla Raspberry Pi. Zrezygnowano z zastosowania specjalizowanych driverów silników krokowych w postaci układów scalonych na rzecz gotowych modułów zgodnych ze standardem StepStick stosowanych np. w drukarkach 3D.

