

# Ogranicznik napięcia zasilającego

Wiele urządzeń nie wymaga zasilania napięciem o ściśle ustalonej wartości. Zwykle wystarczy, by nie przekraczało pewnego poziomu, a jeśli będzie niższe, to nic złego się nie wydarzy. Jednak niektóre stabilizatory scalone mogą pracować nieprawidłowo, kiedy napięcie wejściowe staje się zbyt niskie. Z pomocą w takich sytuacjach może przyjść ten prosty układ.

Przykładem zastosowania układu jest podłączenie stosunkowo delikatnego urządzenia, np. routera, zasilanego nominalnie napięciem 12 V, do instalacji samochodowej. Jak wiadomo, napięcie w instalacji może dochodzić do 15 V, a to może uszkodzić wspomniane urządzenie. Użycie typowego stabilizatora wymuszałoby utrzymywanie akumulatora w stanie całkowitego naładowania, aby zagwarantować prawidłowy spadek napięcia na stabilizatorze. Nic się jednak nie stanie, jeżeli napięcie spadłoby do np. 11,5 V, bo producent urządzenia na pewno uwzględnił tolerancję „w dół”, związaną z rozrzutami parametrów zasilaczy wtórczkowych.

Prezentowany układ to stabilizator LDO, ale zaprojektowany do tego, by pracował prawidłowo również w sytuacji, kiedy napięcie wejściowe jest mniejsze niż to, które użytkownik zadał potencjometrem. Jedynym ograniczeniem minimalnego napięcia wyjściowego jest jego zdolność do prawidłowego otwarcia tranzystora MOSFET, o czym dalej.

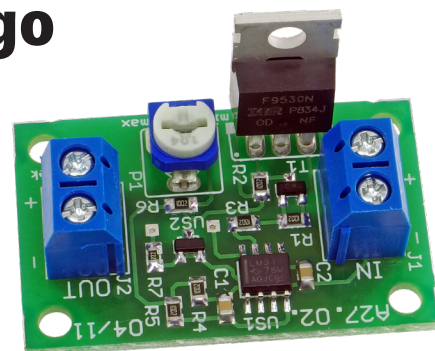
## Budowa i działanie

Schemat ideowy został pokazany na rysunku 1. Elementem wykonawczym, przez który płynie prąd zasilający odbiornik, jest tranzystor T2 typu MOSFET-P. Jednak nie został użyty w roli wtórnika, jak zwykle ma to miejsce w stabilizatorach liniowych, lecz obciążenie jest włączone między jego dren i masę układu. Zatem jest to konfiguracja wspólnego źródła, cechująca się tym, że odwraca fazę. Jednak ma pewną istotną zaletę: potencjał bramki, czyli elektrody sterującej,

musi być niższy od potencjału źródła, czyli od napięcia wejściowego. Zatem do pełnego otwarcia kanału tranzystora, kiedy prezentuje on sobą rezystancję zaledwie 300 mΩ, nie potrzeba napięcia wyższego niż zasilające – wystarczy zewrzeć bramkę z masą. Podnosząc potencjał bramki, można ograniczać prąd płynący przez tranzystor i tym samym zmniejszać napięcie wyjściowe.

Kiedy tranzystor T1 jest zatkany, przez jego kolektor nie płynie prąd, więc bramka T2 jest polaryzowana potencjałem 0 V, czyli może być silnie otwarta. Wyciągając z bazy T1 niewielki prąd, można podnieść potencjał bramki T2 dzięki temu, że T1 „dolewa” prądu do rezystora R2. Rolą R1 jest utrzymywanie T1 w stanie zatkania wtedy, kiedy nie musi on przewodzić. Maksymalne napięcia bramka-źródło użytego w prototypie tranzystora T2 to 20 V. Dioda D1 zapobiega przebiciu izolacji podbramkowej tego tranzystora, ograniczając napięcie bramka-źródło do -15 V. To wystarczy, aby w pełni otworzyć ten tranzystor, a jednocześnie pozostawia pewien margines bezpieczeństwa.

Za sterowanie bazą T1 odpowiada komparator LM311. Jednak został użyty w roli elementu liniowego: jego wejściowy układ różnicowy tworzy wzmacniacz błędów, a wyjściowy tranzystor NPN „wysysa” prąd kolektorem z bazy T1. Zatem LM311 został potraktowany jako układ różnicowy z gotowymi źródłami prądowymi do jego polaryzacji, przez co cały układ ogranicznika jest prostszy, niż gdyby taki obwód budować od zera, z tranzystorów dyskretnych. Układ US1 otrzymuje dwie wielkości wejściowe. Jedną



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

**W ofercie AVT\* AVT-5793**

### Podstawowe parametry:

- ograniczanie napięcia wyjściowego do ustalonej wartości,
- płynna regulacja wartości maksymalnej napięcia wyjściowego w zakresie 2,5..27,5 V,
- minimalne napięcie wejściowe 8 V,
- maksymalne napięcie wejściowe 30 V.

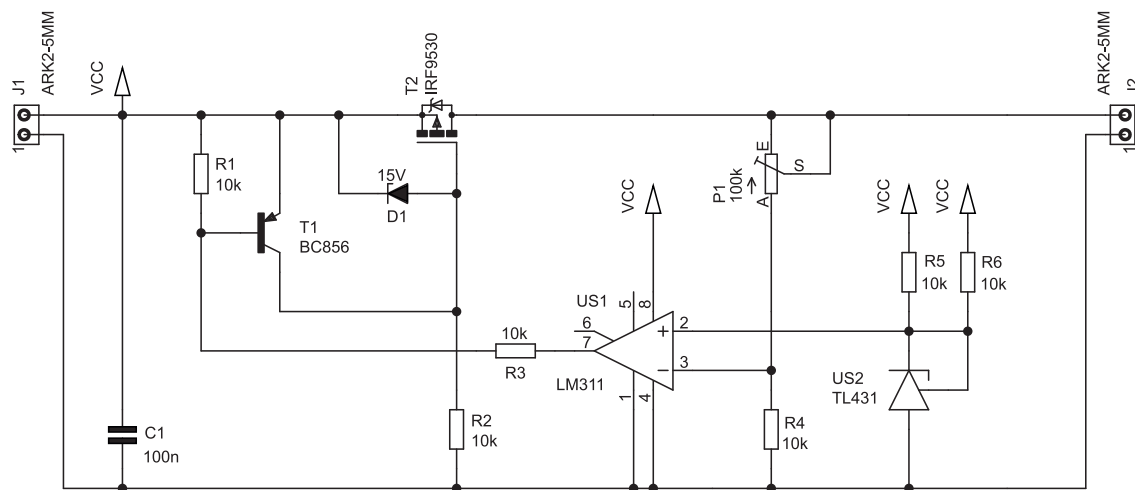
### Wykaz elementów:

R1..R6: 10 kΩ SMD0805  
P1: 100 kΩ montażowy leżący  
C1: 100 nF SMD0805  
dwa kondensatory wyglądające 2200 μF/35 V (opis w tekście)  
D1: Zenera 15 V 0,5 W MiniLEF  
T1: BC856 lub podobny  
T2: IRF9530 lub podobny  
US1: 7805 TO220  
US2: LM311 S08  
US3: TL431 SOT23  
J1, J2: ARK2/500  
Radiator (opis w tekście)

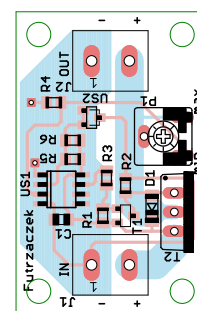
### Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu.

Wymagana umiejętność lutowni! 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 wzlutować 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 wzlutowane 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 <http://sklep.avt.pl>, osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: [kity@avt.pl](mailto:kity@avt.pl).

z nich jest napięcie wyjściowe, podzielone przez dzielnik rezystancyjny R4, P1. Drugą z nich jest napięcie referencyjne o wartości 2,5 V, którego dostarcza scalone źródło typu TL431. Rezystory R5 i R6 zapewniają jego prawidłową polaryzację



Rysunek 1. Schemat ideowy układu



Rysunek 2. Schemat montażowy i wzór ścieżek płytki

w całym dopuszczalnym zakresie napięcia zasilania. Ich równoległe połączenie ma sens wtedy, kiedy to napięcie jest wysokie, aby nie przekroczyć maksymalnej mocy traconej na pojedynczym elemencie. Jednocześnie ich rezystancja wypadkowa została tak dobrana, aby źródło napięcia referencyjnego US2 pracowało poprawnie w całym dopuszczalnym zakresie napięcia wejściowego. Kondensator C1 jest włączony blisko wyprowadzeń zasilania układu US1, aby zapobiegać jego wzbudzeniu i filtrować zasilanie z szybkozmiennych zakłóceń szpilkowych.

## Montaż i uruchomienie

Układ został zmontowany na niewielkiej, dwustronnej płytce drukowanej o wymiarach 40×25 mm, której schemat pokazuje rysunek 2. W odległości 3 mm od krawędzi płytki znalazły się otwory montażowe.

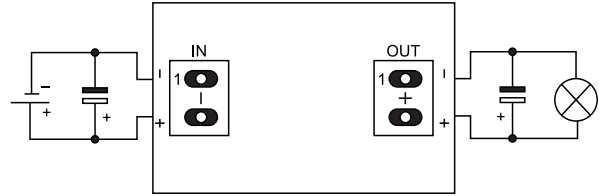
Montaż należy rozpocząć od elementów lutowanych powierzchniowo, które znajdują się na wierzchniej stronie płytki. Po tej samej stronie są lutowane również elementy przewlekane. Pomocna w montażu będzie fotografia tytułowa gotowego urządzenia. Wartości wszystkich elementów nie są krytyczne,

zachęcam tutaj do własnych eksperymentów.

Prawidłowo zmontowany układ wymaga dodania kondensatorów filtrujących, które zapewnią prawidłową pracę pętli ujemnego sprzężenia zwrotnego i zapobiegną wzbudzeniu się układu.

Nie były one uwzględnione

w projekcie płytki drukowanej, aby niepotrzebnie nie powiększać jej rozmiarów. Można je dodać do układu poprzez bezpośrednie wkręcenie ich wyprowadzeń w zaciski złączy J1 i J2, według schematu na **rysunku 3**. Mogą też znajdować się w niewielkim oddaleniu od płytki, jeśli tylko połączenie między nimi a płytką będzie poprowadzone możliwie grubymi przewodami. Dopiero wtedy można podłączyć układ do zasilania i ustawić potencjometrem P1 prawidłową wartość maksymalnego napięcia wyjściowego. Pojemność tych kondensatorów nie jest krytyczna. W układzie prototypowym dobrze spisały się kondensatory o pojemności 2200  $\mu\text{F}$  na napięcie 35 V.



**Rysunek 3. Szczegóły podłączenia kondensatorów wygładzających do układu**

Generalnie, można przyjąć zasadę: im wyższa będzie pojemność (w granicach zdrowego rozsądku), tym lepiej. Zmalałe również impedancja wewnętrzna tak powstałego zasilacza.

Na tranzystorze T2 będzie wydzielano się ciepło, w myśl wzoru  $P = \Delta U \cdot I$  (kiedy układ ogranicza napięcie) lub  $P = I^2 \cdot R_{DS(on)}$ , kiedy jest on w stanie pełnego otwarcia tranzystora T2. Należy to uwzględnić i w razie potrzeby dodać odpowiedni radiator.

Minimalne napięcie zasilające wynosi około 8 V, gdyż jest to wartość, przy której T2 ma szansę w pełni się otworzyć. Wartość maksymalną tego napięcia determinuje z kolei układ LM311 i wynosi ona 30 V.

**Michał Kurzela, EP**