



Zasilacz ze stabilizatorem LDO



Do czego to służy?

Przy budowie zasilaczy czasami zdarza się, że napięcie na filtrze prostownika spada bardziej, niż przewidywaliśmy, co uniemożliwia prawidłową pracę stabilizatora i osiągnięcie zamierzonego napięcia bądź też prądu. Rozwiązaniem w tym przypadku może być stabilizator o niskim spadku napięcia czyli zasilacz LDO (Lop Drop Out). Układ ten można wykorzystać także w roli aktywnego filtru do zasilania urządzeń wrażliwych na wzrost napięcia, a niewrażliwych na jego tętnienia. Prezentowany projekt to właśnie prosty układ stabilizatora LDO – o małym minimalnym napięciu między wejściem a wyjściem.

Jak to działa?

Schemat ideowy układu przedstawiony jest na **rysunku 1**. Układ jest przystosowany do pracy z dwoma wariantami transformatorów sieciowych: z pojedynczym uzwojeniem i dzielonym (podwójnym). Stąd mostek prostowniczy składa się z czterech diod D1-D4. W przypadku uzwojenia dzielonego nie montuje się diod D3, D4. Przy uzwojeniu pojedynczym potrzebne są wszystkie cztery diody prostownika. Dodatkowo anodę diody D5 podłącza się do napięcia wyprostowanego (punkt X), zamiast do masy. Zapewnia to prawidłową pracę układu podwyższania napięcia złożonego z C3, C4, D5, D6.

Za filtrację napięcia odpowiedzialne są kondensatory o dużej pojemności C1 i C2, koniecznej w tego typu stabilizatorze. Na C4 występuje napięcie o wartości około dwa razy większej niż napięcie zasilacza głównego. Z tego napięcia przez R1 zasilana jest bramka tranzystora N-MOSFET, a o stabilizację napięcia wyjściowego troszczy się układ scalony TL431. Jest to regulowana dioda Zenera. Równoległe z tą diodą włączona jest zwykła dioda Zenera DZ1, pełniąca rolę zabezpieczenia DZ2 przed zbyt wysokim napięciem. Kondensator C5 przeciwdziała wzbudzeniu się i wpływa tym samym na szybkość samego stabilizatora. Napięcie wyjściowe jest regulowane poprzez zmianę dzielnika

wyjściowego R4, R5, P1 w taki sposób, że na końcówce pomiarowej układu TL431 ma wystąpić napięcie o wartości 2,5V, co jest zarazem najniższym napięciem pracy tego stabilizatora. Górna granica napięcia jest wyznaczona przez dopuszczalne napięcie TL431 i wynosi ok. 33V. Zatem stabilizator ten może pracować od 2,5 do 30V.

Ogranicznik prądu został wykonany na elementach R2, R6, R7, T2. Działa na zasadzie pomiaru spadku napięcia na R2 i dostarczenia tego napięcia na bazę tranzystora T2, który powoduje wyłączenie T1. Dodatkowo napięcie to jest podwyższane przez R6, R7, co daje spadek napięcia na R2 przy maksymalnym prądzie rzędu 0,2-0,4V, a nie jak w konwencjonalnym układzie 0,7V. Dodatkowym atutem tej konfiguracji jest możliwość kształtowania charakterystyki ograniczenia prądu tzw. krzywa podcięta. Uzyskano to przez zasilenie bazy T2 przez dzielnik R6, R7 z dodatkowego napięcia uzyskiwanego ze stabilizatora R8, DZ3. Poprzez zmianę tego napięcia (dioda Zenera) oraz zmianę wartości R6, R7 można zmieniać ograniczenie jak i jego charakterystykę. Przy podanych wartościach elementów ograniczenie prądu następuje przy wartości ok. 3-4A, a prąd zwarciaowy jest ok. dwa razy mniejszy. Zwarcie sygnalizowane jest zaświeceniem czer-

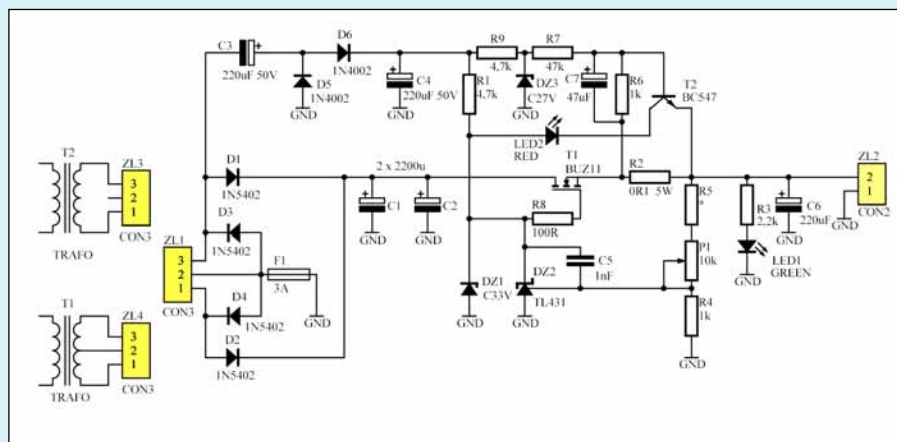
wonej diody LED2, natomiast obecność napięcia sygnalizuje LED1.

Dla dociekliwych

Układ był testowany prądem do 3A o napięciu 15V. Ograniczeniem prądu jest moc strat tranzystora MOSFET oraz zastosowanego prostownika i pojemności filtrującej. Dla podanych wartości elementów D1-D4 i C1, C2 nie powinien przekraczać 4-5A. Ograniczenie prądu (i charakterystykę) zmienia się przede wszystkim wartością R2, a mówiąc dokładniej także R6 lub R7. Kondensator C7 filtruje napięcie na tym dzielniku (jeśli zrezygnujemy z diody Zenera DZ3) oraz zapewnia duży prąd impulsowy. Przy zmianie parametrów stabilizatora na napięcie wyższe lub niższe, oprócz zmiany dzielnika napięcia R4, R5, P1, należy zmienić wartość R1. Rezystor ten wpływa na prąd płynący przez TL431 oraz LED2, prąd ten powinien wynosić ok. 10mA. Minimalny prąd płynący przez stabilizator musi być większy od prądu dzielnika R6, R7 (ok. 0,5mA). W tym celu wystarczy obciążyć wyjście diodą LED1 i rezystorem R3 dobrać jej prąd.

Przy korzystaniu z transformatora o pojedynczym uzwojeniu wtórnym nie udaje się

Rys. 1 Schemat ideowy

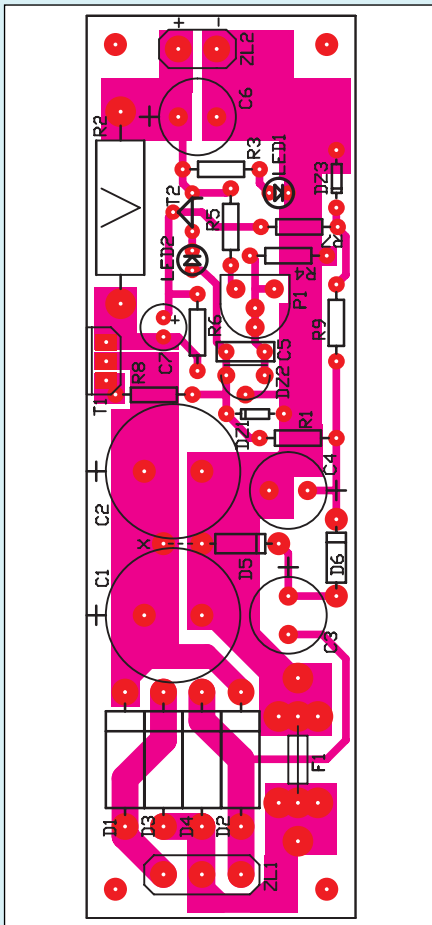


osiągnąć podwojonej wartości napięcia na C4, zależy ono silnie od obciążenia. Wynika to stąd, że układ powielania napięcia w tym przypadku nie jest układem typowym, a tylko dostosowanym.

Stabilizator projektowany był z myślą o współpracy z transformatorem o podwójnym uzwojeniu wtórnym, a później dostosowany został do pojedynczego. I tak, dioda D3 może się okazać zbędną, ewentualnie trzeba zmniejszyć jej napięcie. Jej wstępny dobór to napięcie dwa razy większe od napięcia wyjściowego. Czym jest ono mniejsze, tym mniejszy będzie prąd zwarciovowy. Warto wspomnieć o bezpieczniku, który jest wstawiony w obwód dużego prądu zmiennego, a co za tym idzie strata napięcia na nim może dochodzić do 0,5V.

Pewnego wyjaśnienia wymaga również sygnalizacja ograniczenia prądu wykonana na LED2. Otóż tranzystor T2 zwiera bramkę T1 do jego źródła przez wspomnianą diodę. W takim układzie minimalne napięcie na bramce wynosić będzie dla czerwonej diody ok. 1,5V, jest to napięcie, przy którym można przyjąć, że T1 będzie zatkany. Są jednak niskonapięciowe (tzw. logiczne) tranzystory MOSFET, które przy tym napięciu będą w pełni otwarte. Warto na to zwrócić uwagę, gdyby pojawiły się kłopoty z ograniczeniem prądu.

Rys. 2 Schemat montażowy



Diode D2 można też usunąć, zwierając jej punkty na płytce.

Montaż i uruchomienie

Montaż wykonujemy na płytce drukowanej według rysunku 2, zaczynając od elementów najmniejszych. Zależnie od zastosowanego transformatora montujemy dwie lub cztery diody mostka prostowniczego oraz dokładnie sprawdzamy poprawność montażu diody D5, dla której są przeznaczone trzy otwory. T1 wyposażamy w odpowiedni radiator.

Po włączeniu zasilania układ od razu powinien pracować poprawnie. Jediną regulacją jest dokładne ustawienie napięcia wyjściowego. Sporej uwagi wymaga ogranicznik prądu, który dobieramy do zastosowania. Jeśli wystąpią jakieś problemy z uruchomieniem układu, na początku trzeba sprawdzić obecność napięcia na C1, C2 oraz podwojonej jego wartości na C4. Można też odłączyć ogranicznik prądu przez wylutowanie T2.

Po odpowiednim dobraniu wartości napięcia i prądu dostosowanym do posiadanego transformatora układ powinien być wyposażony w odpowiedni radiator. T1 będzie się grzał przy średnich wartościach prądu, podczas pracy z maksymalnym prądem i minimalnym napięciem na T1 moc tracona jest niewielka. Z tego względu dobrze byłoby wyposażyć układ we wskaźnik temperatury oraz wskaźnik tętnień na wyjściu. Aby nie komplikować tego prostego układu zrezygnowałem z tego typu sygnalizacji.

Ireneusz Powirski

Wykaz elementów

Rezystory

R1, R8	4,7kΩ
R2	0,1Ω 5W
R3	2,2kΩ
R4, R6	1kΩ
R5	10kΩ
R7	47kΩ
P1	2,2kΩ potencjometr

Kondensatory

C1, C2	2200μF/50V
C3, C4	220μF/50V
C5	1nF
C6	220μF
C7	47μF/25V

Półprzewodniki

D1-D4	1N5402
D5, D6	1N4002
DZ1	C33V dioda Zenera
DZ2	TL431
DZ3	C27V dioda Zenera
T1	BUZ11
T2	BC547
LED1	LED zielona 5mm
LED2	LED czerwona 5mm

Pozostałe

F1	BT3A bezpiecznik
----	------------------

Podstawka bezpiecznikowa do druku

Komplet podzespołów z płytką
jest dostępny w sieci handlowej AVT
jako kit szkolny AVT-2707